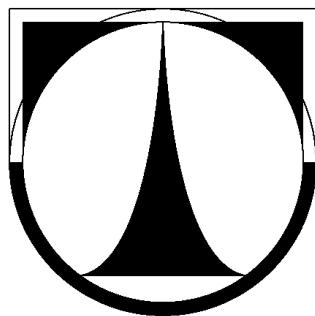


**Technická univerzita v Liberci**  
**Fakulta strojní**

Katedra výrobních systémů



David Šilhán

**Zefektivnění montáže ventilátorových komor  
ve firmě GEA LVZ Liberec a.s**

Bakalářská práce

Liberec 2012

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: Strojírenství

Zaměření: Výrobní systémy

**ZEFEKTIVNĚNÍ MONTÁŽE VENTILÁTOROVÝCH KOMORVE FIRMĚ GEA  
LVZ LIBEREC a.s.**

**GET THE VENTILATORE CHAMBER ASSEMBLY MORE EFFICIENT IN  
COMPANY GEA LVZ LIBEREC A.S.**

KVS - VS - 112

David Šilhán

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. František Manlig

Konzultant: Ing. Petr Novák – GEA LVZ, a.s. Liberec  
Ing. Jan Vavruška

Počet stran: 49

Počet příloh: 4

Počet obrázků: 34

Počet grafů: 2

Počet tabulek: 10

Počet modelů nebo jiných příloh: 0

V Liberci 15.5.2012

Bakalářská práce: KVS-VS-112

**TÉMA : ZEFEKTIVNĚNÍ MONTÁŽE VENTILÁTOROVÝCH KOMOR VE FIRMĚ GEA LVZ LIBEREC a.s.**

**ANOTACE :**

Cílem bakalářské práce je zefektivnit činnosti na pracovišti montáže ventilátorových komor ve firmě GEA LVZ Liberec a.s. Za tímto účelem je teoretická část věnována metodám průmyslového inženýrství a tyto metody jsou použity v praktické části práce. Praktická část se věnuje analýze současného stavu a návrhům na jeho zlepšení.

**THEME : GET THE VENTILATORE CHAMBER ASSEMBLY MORE EFFICIENT IN COMPANY GEA LVZ LIBEREC A.S.**

**ANNOTATION:**

The aim of this work is to streamline activities in the workplace fan assembly chambers in the company GEA LVZ Liberec a.s. To this end the theoretical part is devoted to industrial engineering methods and these methods are used in the practical section. The practical part is devoted to analyzing the current situation and proposals for its improvement.

**Desetinné třídění :**

**Klíčová slova:** VSM, spaghetti diagram, plýtvání

**Zpracovatel:** TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů

**Dokončeno:** 2012

**Archivní označení zprávy :**

**Počet stran:** 49

**Počet příloh:** 4

**Počet obrázků:** 34

**Počet grafů:** 2

**Počet tabulek:** 10

**Počet modelů nebo jiných příloh:** 0

## **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultanty.

Datum

Podpis

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl velmi poděkovat panu Ing. Petru Novákovi z firmy GEA LVZ Liberec a.s., za cenné podněty a připomínky, velmi vstřícný přístup a spoustu času, který mě ochotně a trpělivě věnoval při tvorbě bakalářské práce.

Dále bych rád poděkoval vedoucímu práce panu doc. Dr. Ing. Františku Manligovi za věcné připomínky a rady.

V neposlední řadě patří velké poděkování mé rodině za podporu v průběhu celého mého studia.

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>2. TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 PLÝTVÁNÍ .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 METODA DMAIC.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 MĚŘENÍ ČASU .....</b>	<b>14</b>
<b>2.5 SPAGHETTI DIAGRAM.....</b>	<b>17</b>
<b>2.6 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU .....</b>	<b>17</b>
<b>2.7 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ .....</b>	<b>21</b>
2.7.2 Creform.....	21
<b>3. PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 PŘEDSTAVENÍ FIRMY .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 DEFINOVÁNÍ CÍLŮ.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 POPIS PRACOVIŠTĚ .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....</b>	<b>25</b>
3.4.1 Přímé pozorování.....	26
3.4.2 Mapa toku materiálu dílnou.....	30
3.4.3 Mapování hodnotového toku – VSM .....	32
3.4.4 Spaghetti diagram pracoviště .....	33
<b>3.5 SHRUTÍ A VYHODNOCENÍ ANALÝZ: .....</b>	<b>34</b>
<b>3.6 NÁVRHY KE ZLEPŠENÍ VZHLEDEM K PROVEDENÝM POZOROVÁNÍM .....</b>	<b>34</b>
3.6.1 Redukce pracovních komponentů .....	34
3.6.2 Návrhy ke zlepšení vzhledem k VSM.....	36
3.6.3 Zavedení předmontáže.....	40
3.6.4 Bezpečnostní zásoba.....	40
3.6.5 Návrhy přestavení pracoviště montáže.....	42
<b>4. ZÁVĚR.....</b>	<b>47</b>

Seznam použitých zkratek a symbolů:

<b><u>Označení</u></b>	<b><u>Název veličiny/opis</u></b>
VSM	value stream mapping
GEA	firma GEA LVZ, a.s
DMAIC	metoda zavádění změn
Layout	půdorys pracoviště
TPS	Toyota Production System
Creform	trubkový modulární systém
Dýza	tryska

## 1. ÚVOD

Svět okolo nás je světem různých dynamických změn. Velkými a permanentními změnami prochází vše okolo nás včetně tržního a hospodářského prostředí. Úspěšně obstát v tomto světě je složité jak pro jednotlivce, tak pro celé národy a společnosti. Postavení podniků není v tomto ohledu jiné.

Je zřejmé, že v současném globálním podnikatelském prostředí zvítězí ty firmy, které nejlépe uspokojí své zákazníky. K tomu musí úspěšně zvládnout celou řadu podnikových funkcí jako je např. obchod, výroba či vývoj apod.[1]

Jestliže tedy firma v dnešní náročné a uspěchané době chce uspět před konkurencí, je nutné aby splňovala v co nejvyšší možné míře požadavky koncového zákazníka. Touto cestou se vydala i firma GEA LVZ, a.s se svým plánem podnikovou činnost co nejvíce “zeštíhlit“ a tím eliminovat zbytečné plýtvání a náklady s výrobou spojené. Ve firmě se již štíhlá výroba implementuje a štíhlý přístup je v mnoha procesech na velmi pokročilé úrovni.

Cílem této práce je, aby přinesla nový pohled na způsoby implementace základních kamenů procesu, oživení štíhlého myšlení a nastartování dalšího úsilí k zeštíhlování. Snahou je objevit, kde na pracovišti existují příležitosti pro odstranění plýtvání a tím přispět k prosperitě nejen montážního pracoviště ale také celého výrobního procesu při výrobě vytápěcí jednotky SAHARA MAXX, s cílem analyzovat plýtvání a odstranit jej. Avšak ne na úkor kvality výrobků. Protože není-li práce provedena přesně a kvalitně, je následně odmítnuta a produktivita utrpí. Bude tedy brán velký zřetel na dodržení rovnováhy mezi rychlostí a kvalitou.

Použité metody a analýzy vycházejí z reality a vedou k zvyšování produktivity bez potřeby velkých investic do strojů a zařízení, tzn. prostřednictvím nefyzických investic do zlepšování pracovních metod, reorganizace pracoviště a rozvoje pracovníka.



## 2. TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část práce se zabývá popsáním metod použitých v praktické části práce.

### 2.1 Štíhlá výroba

Metoda vyvinutá ve firmě Toyota po 2.světové válce. Duchovními otci této metodiky jsou Taichi Ohno a Shigeo Shingo.

Hlavním cílem výrobce je v maximální míře uspokojit zákaznickou požadavky tím, že bude vyrábět jen to, co zákazník požaduje. Snaží se vytvářet produkty v co možná nejkratší době a pokud možno s minimálními náklady, bez ztráty kvality nebo na úkor zákazníka. Tohoto dosáhne minimalizací plýtvání.

Tato metodika se snaží řídit heslem "naš zákazník náš pán". Její princip spočívá v náhledu na rovnici zisku, a to následujícím způsobem:

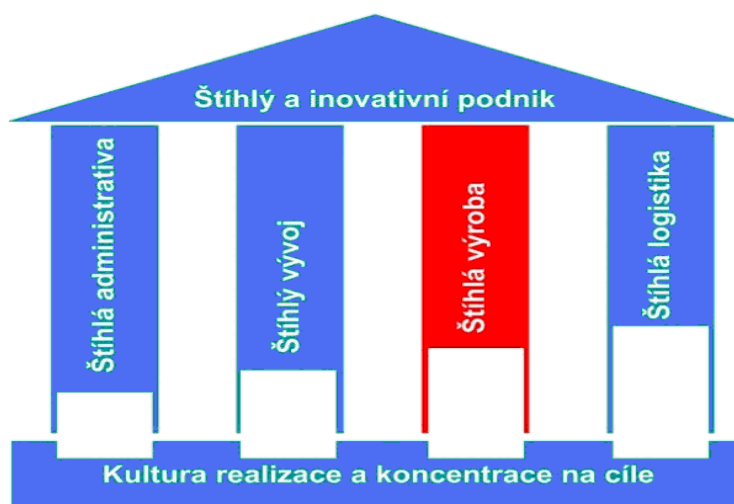
$$\text{Náklady} + \text{Zisk} = \text{Cena}$$

mění na:

$$\text{Cena} - \text{Náklady} = \text{Zisk}$$

Změna rovnice dle filozofie této metodiky by měla způsobit, že zákazník neplatí chyby a náklady firmy, jako v první rovnici.

Štíhlá výroba je jedním ze základních pilířů pro dosažení štíhlého a inovativního podniku.



Obr. 2.1 Štíhlá výroba [6]

Vypracováno podle [6],[13]

## 2.2 Plýtvání

Plýtvání jsou „všechny činnosti, které nepřidávají produktu hodnotu a nebo ho nepřibližují zákazníkovi“. Tyto činnosti jsou tak pro zákazníka zbytečné a není ochoten za ně zaplatit. Proto cílem štíhlosti je plýtvání odstranit.

Z hlediska zvyšování produktivity není největším problémem plýtvání zjevné, které lze snadno identifikovat a většinou i odstranit, ale plýtvání skryté. To je velmi často představováno činnostmi, které je za současného stavu sice nutné vykonat, ale přitom by mohly být tyto činnosti eliminovány nebo redukovány zlepšením pracovní metody či zlepšenou organizací. Do kategorie skrytého plýtvání potom patří takové činnosti, jako je výměna nástrojů, kontrola dílů či odvedené práce, transport dílů či předávání nosičů informací, vybalování dílů, manipulace s díly, čekání na informace apod.

Klasickým příkladem klasifikace plýtvání je tzv. sedm druhů plýtvání podle Toyoty, mezi které patří:

1. nadvýroba
2. čekání
3. nadbytečná manipulace
4. špatný pracovní postup (metoda)
5. vysoké zásoby
6. zbytečné pohyby
7. chyby pracovníků
8. nevyužitý potenciál pracovníků

### 1. Nadvýroba:

Někteří provozní pracovníci neodolají svému velkému pokušení vyrábět, když se výroba plynule „rozjela“. Neuvědomují si však, že se dopouštějí velkého prohřešku. V rámci výrobního systému Toyota (TPS) se začal zdůrazňovat fakt, že nadprodukce je jedním z nejhorších druhů plýtvání, protože vyžaduje dodatečné náklady, místo pro skladování a často i dodatečnou práci na znehodnocených, výrobcích, které nebyly prodány (distribuívány, odvedeny).

### 2. Čekání:

Čekání je většinou plýtváním zjevným. Patří do něho čekání na materiál, čekání na opravu stroje, čekání seřízení stroje neuvolnění do výroby a také pozorování běžícího stroje operátorem.

### 3. Nadbytečná manipulace:

Nadbytečná manipulace a transport (zejména vícenásobný) jsou nejčastějším druhem plýtvání. Cesta materiálu tak vede ze skladu do meziskladu, aby potom vedla na jiné pracoviště, ve formě polotovaru zpět do meziskladu, aby potom vedla na jiné pracoviště a odtud opět do meziskladu atd.

#### 4. Špatný pracovní postup:

Špatný pracovní postup může vyvolat potřebu dodatečné práce (a spotřeby zdrojů). Jedná se například o dlouhé dráhy nástrojů před započítím vlastní operace, navržení špatného materiálu či nevhodnou konstrukci výrobku, nástroje či přípravku.

#### 5. Vysoké zásoby:

Zásoby a jejich udržování je poměrně často diskutovaným problémem. Vedle dodatečných nákladů na jejich udržování mají i tu „negativní“ vlastnost, že zakrývají velkou část problémů, které se často řeší právě pomocí polštáře zásob, místo toho, aby byly jednou pro vždy odstraněny. Mezi problémy vyvolávající zvýšené zásahy patří dlouhé časy výměn nástrojů, vadné výrobky, poruchy strojů, pohodlnost při plánování apod.

#### 6. Zbytečné pohyby:

Plýtvání zbytečnými pohyby vyplývá z nepotřebných pohybů, které nelze označit za „práci zvyšující hodnotu výrobku“. Například zbytečná chůze pro polotovar na špatně uspořádaném pracovišti za ní být pokládána určitě nemůže. Rovněž chůze mezi vzdálenými stroji při vícestrojové obsluze patří do této kategorie plýtvání.

#### 7. Chyby pracovníků:

Chyby pracovníků zvyšují náklady díky dodatečným činnostem jako např. vícenásobný transport či manipulace, opakování operace, opakovaná kontrola, uvolnění místa pro vadné produkty, demontáž apod. Výše nákladů se potom zvyšuje s růstem vzdálenosti místa, na kterém došlo k chybě a místem, kde byla objevena následná vada. V případě, že vadu objeví zákazník, může dojít až ke ztrátě budoucích obchodů.

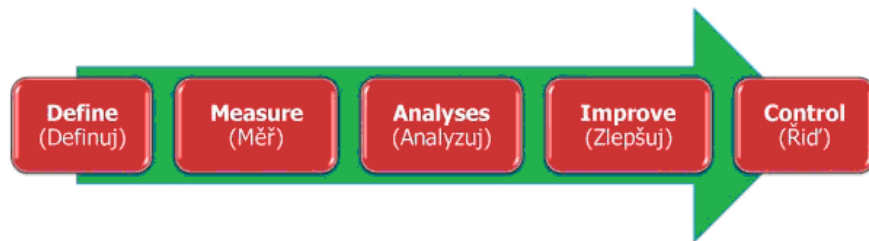
#### 8. Nevyužitý potenciál pracovníků:

Výčet sedmi druhů plýtvání je nutné doplnit o další druh, na jehož odstranění je založeno mnoho programů zvyšování produktivity. Jedná se o plýtvání tvůrčím potenciálem schopnostmi, znalostmi a talentem pracovníků.

Vypracováno podle [2],[7],[5]

## 2.3 Metoda DMAIC

V souvislosti s rozvojem neustálého zlepšování, zvyšování produktivity a efektivity vznikla metoda DMAIC. Dnes se tato metoda používá hlavně ve filosofii Six Sigma. Touto filozofií jsme schopni řídit projekty napříč celou firmou. Využívá se při řešení jakýchkoli problémů v podniku nebo zavádění nových změn, pro dosažení předem stanovených cílů. Skládá se z 5 fází, které se v praktické realizaci vzájemně částečně prolínají a ovlivňují. Metoda DMAIC je opakovatelná a s jejím opakováním dochází ke stálému zlepšování projektu.



Obr. 2.2 Postup DMAIC [8]

### DMAIC postup – Define (Definuj)

Je velmi důležité definovat výběr projektů, očekávání, zdroje a času. To jsou hlavní cíle, kterých chceme dosáhnout. Tato fáze se zaměřuje na identifikaci procesu nebo produktů, které potřebujeme zlepšit.

Výsledkem jsou jasné a srozumitelné cíle pro zlepšení.

Výstupem je tedy:

- Dobře porozuměl problému.
- Definovat zákazníkovi potřeby a očekávání.
- Organizace, rozdělení úloh a zodpovědnosti.
- Stanovení cílů a milníků a přezkoumání kroků.

### DMAIC postup – Measure (Měř)

Smyslem této fáze je sběr dat, týkajících se současného procesu. Toto určí postup pro zlepšení procesu.

Výstupem je tedy:

- Měřitelné vyhodnocení výkonnosti.
- Změření současného plnění cílů.

- Zpracování mapy procesu.
- Jednoduché popsání současného stavu.

#### DMAIC postup – **Analyses (Analyzuj)**

Fáze podrobnějšího zkoumání dat z předešlého měření. Analyzují se příčiny problémů, nedostatků, nespokojenosti apod. Dochází k jejich řešení. Nástrojem pro analýzu procesu se používají např.: VSM , spaghetti diagram atd. Výsledkem je určení zásadních příčin problému.

Výstupem je tedy:

- Analýza hlavních příčin a vhodných zlepšení.
- Porovnání cílového stavu se současným a hledání příčiny odchylek.

#### DMAIC postup – **Improve (Zlepšuj)**

Z předešlé fáze by mělo být perfektně srozumitelné, které faktory ovlivňují proces. Dochází k zamyšlení a určení způsobu zlepšení procesu.

Výstupem je tedy:

- Návrh zlepšení.
- Naplánování a realizace zlepšení.
- Stanovení si kritéria a priority řešení.

#### DMAIC postup – **Control (Říd')**

Fáze řízení znamená monitorování zavedených zlepšení za účelem udržení přínosů a zjištění nápravných opatření. Smyslem fáze řízení je standardizace zlepšení produktu/procesu. Velmi důležité je, stále se přesvědčovat, že jsou zavedené změny správně dodržovány, a zda jsou součástí obvyklých každodenních činností. Cílem je nepřetržité udržení zlepšeného stavu.

Výstupem je tedy:

- Řídit celý proces jako projekt.
- Řízení zlepšeného procesu.
- Snaha uchovat veškeré know-how.
- Zabránění zpětnému efektu.

Vypracováno podle [8],[12]

## 2.4 Měření času

Časové studie práce jsou nástrojem metod průmyslového inženýrství. Svým zaměřením spadají do oblasti měření práce. Tyto techniky slouží primárně pro účely tvorby normování práce, ale zároveň mohou být podkladem pro zlepšování pracovních procesů, respektive výstupy z těchto analýz pomohou odhalit činnosti nepřidávající hodnotu i podstatu jejich vzniku. Důvodů pro použití těchto metod je více, od zvyšování produktivity přes definování normo-časů až po podklady k vyjádření neefektivnosti.



Obr. 2.3.1 Skladba produktivního času stroje a člověka [9]

Přímé měření práce je metodou prováděnou přímo na pracovišti v reálném čase, kdy se sleduje průběh práce. Při analýze a následné implementaci navržených zlepšení je důležité postupovat podle jistého PDCA cyklu. Začíná se s výběrem pracoviště a zaznamenáváním současného stavu. V další fázi se přezkoumává způsob, jakým proces probíhá, jsou navrženy ekonomičtější a efektivnější postupy, které musí být v závěru vyhodnoceny. Nejlepší návrh je definován a zaveden. V posledním kroku je důležité nový stav udržovat.

Metody přímého měření práce:

- Snímky pracovního dne
- Momentové pozorování
- Chronometráž

### Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne zaznamenává veškeré spotřeby pracovního času během směny formou nepřetržitého pozorování. Výhodou je získání podrobných informací o průběhu práce.

Nevýhodou naopak časová náročnost analýzy, stejně tak jako jisté psychické zatížení pozorovatele i pozorovaných. Pro tento typ zaznamenávání můžeme použít různé druhy snímků:

- Snímek pracovního dne jednotlivce
- Snímek pracovního dne čty
- Hromadný snímek pracovního dne
- Vlastní snímek pracovního dne

I přes pracnost pozorování je stále nejvíce odpovídající časovou analýzou práce díky tomu, že přesně zachycuje činnosti a jejich časy. Pozorovatel je navíc v blízkém kontaktu s pracovníky a samotnými procesy, zároveň tak rozpoznává nedostatky a problémy v procesech.

Postup analýzy snímku pracovního dne:

- Výběr pracovníka
- Seznámení s pracovištěm
- Vymezení sledovaných dějů
- Stanovení počtu snímků
- Měření
- Vyhodnocení snímku

Výběr pracovníka a pracoviště vychází z podnětu vedení firmy. Mnohdy to bývá úzké místo, nebo pracoviště, které je nutno podrobně analyzovat vzhledem k jeho plánované změně. Ta se může týkat zvýšení jakosti, zkrácení průběžných časů, snížení času přetaktování, balancování linky nebo i re-layoutu. Někdy management podniku požaduje zpracovat audit procesů pomocí měření práce. Celkově se snímkování provádí všude tam, kde je potřeba odhalení veškerých neefektivností na daném pracovišti, lince či výrobě.

Záznam časů se provádí do předem připraveného formuláře. Důležitými údaji jsou záznamy časů a činností, které se následně vyhodnocují.

 Academy of Productivity and Innovations	Datum:	<b>POZOROVACÍ LIST</b> PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE	List č.:
	Směna:		Pozoroval:
	Od do:		Pozorovaný:
Pracoviště:		Název stroje (ev. č.):	
Výrobek 1 (název, číslo):		Dosáhnutý výr. výkon:	
Výrobek 2 (název, číslo):		Dosáhnutý výr. výkon:	
Výrobek 3 (název, číslo):		Dosáhnutý výr. výkon:	
Postupný čas	Výpočet času		Symbol
	od	do	čas
6:20:00			
	6:20:00	6:23:30	
	6:23:30	6:28:00	
	6:28:00	6:32:40	
	6:32:40	6:35:20	
	6:35:20	6:45:30	
	6:45:30	6:46:30	
	6:46:30	7:02:50	

Obr. 2.3.2 Formulář snímku pracovního dne používaný společností API [9]

Při analýze je potřeba klást důraz na 5 hlavních okruhů, které posoudí sledované procesy z hlediska nejen jejich aktivit, ale i plýtvání a činností nepřidávající hodnotu. Na začátku je otázka cíle samotné činnosti pracovníka, jeho výstup. Důležité je i brát v potaz místo, čas, osobu a způsob vykonávání práce. Rozebrání těchto faktorů později pomáhá při návrhu zlepšení. Vyplyne z nich možnost eliminovat nepotřebné činnosti nebo je sloučit, kombinovat či zjednodušit.

Cíle analýzy:

Mezi cíle časových studií a pozdější vyhodnocení analýz patří níže uvedené body, s nimiž se jde v praxi nejčastěji při snímkování práce setkat. Dá se předpokládat, že uvedené hlavní cíle jsou v globálu požadovány při každém snímkování pracovního dne. Vedlejší - podpůrné cíle, jsou sledovány podle požadavků managementu a důvodu zadání projektu, který se může lišit svým záměrem.

Hlavní cíle analýzy:

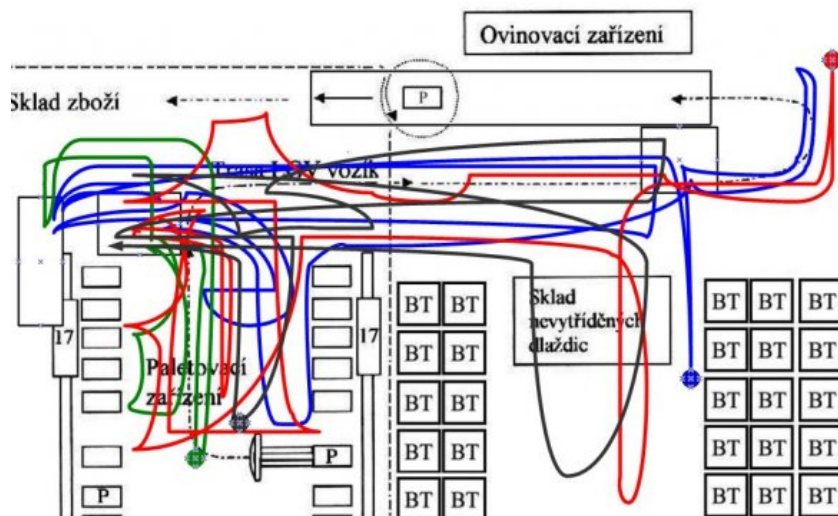
- Zpracovat snímek pracovního dne pracovníka
- Zachytit a vyhodnotit časy procesu nepřidávající hodnotu – ztrátové časy
- Analyzovat využití stroje
- Zachytit náběh směny

Vypracováno podle [9]



## 2.5 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram zachycuje pohyb pracovníka v jistém časovém období. Do lay-outu pracoviště se zachycují jeho veškeré pohyby. Tento způsob analýzy je snadné uskutečnit při snímkování průběhu práce. Odhalí tak množství chůze mimo pracoviště a může být dobrým podkladem na re-layout. Díky diagramu jednoduše zobrazíme prostor, ve kterém se operátor zdržuje. Pohyb pracovníka se zachycují na papír pomocí psacích potřeb.



Obr. 2.4 Příklad spaghetti diagramu [9]

Vypracováno podle [9]

## 2.6 Mapování hodnotového toku

Metoda mapování hodnotových toků, v dnešní době známá pod anglickým názvem „Value Stream Mapping“, má svůj původ ve firmě Toyota, která ji již od padesátých let používá pod názvem „Material and Information Flow Mapping“. V TPS sloužila tato metoda jako jednoduchý komunikační nástroj k vysvětlování současného, budoucího i ideálního stavu výrobních procesů.

Pro popis hodnotových metod se používá celá řada ikon, které dělíme do tří základních kategorií:

- Ikony pro materiálový tok,
- Ikony pro informační tok,
- Ikony obecné.

VSM je jedna z metod konceptu štihlé výroby. Slouží na popsání procesů, které přidávají, ale i nepřidávají hodnotu ve výrobních, servisních, ale i administrativních strukturách.

Záměrem mapování toku hodnot je sledovat “cestu” materiálu od zákazníka k dodavateli a kreslit obrázkové reprezentanty každého procesu v materiálovém a informačním toku. Následně definovat skupinu klíčových otázek a nakreslit budoucí stav – mapu, jak může “téct” materiál v budoucnosti.

Mapování hodnotového toku je vhodné použít:

- při výrobku, nově zaváděné výroby
- při výrobku, u kterého se plánují změny
- při návrhu nových výrobních procesů
- při novém způsobu rozvrhování výroby.

Mapování procesů můžeme však použít i při obyčejné analýze současného stavu, bez plánování změn. Tento nástroj nám pomůže odhalit skryté rezervy ve formě úzkých míst, míst a plýtvání, které jsme doteď jen tušili.

#### Kreslení současného stavu

Kritický bod na začátku každého zlepšení je jasná specifikace hodnoty produktu, jako ji chápe náš koncový zákazník. Proto mapování musí začít požadavkem zákazníka.

Dalším krokem je nakreslení základních výrobních procesů. Každý proces je zaznamenaný jedním “čtverečkem”, přes který teče sledovaný materiál.

Materiálový tok je nakreslen z levé strany (vstup) doprava v jedné linii – není podle fyzického layoutu výroby. Při samotném mapování se snažíme vytvořit materiálový tok co nejjednodušší – mapuje jen klíčový komponent, resp. komponenty.

Další část se zaměřuje na samotný sběr informací s dílny. Je těžké hned na poprvé odhadnout, které informace budou důležité do budoucna. V mnohých případech až po

zmapování některých současných a budoucích stavů budeme vědět, které informace o výrobě skutečně potřebujeme pro proces zlepšování.

Na začátku sbíráme tyto základní údaje:

- C/T – cyklový čas
- C/T – čas přetypování
- Využití zařízení
- EPE (výrobní dávka)
- Počet operátorů
- Počet variant produktu
- Typ balení
- Pracovní čas
- Možnost odpadu

Mapování toku hodnot používá sekundy jako časové jednotky pro cyklové časy, časy taktu a dostupné časy pro práci. Při určování velikosti zásoby před každým procesem vycházíme z požadavků zákazníka.

### Značky používané při mapování hodnotového toku

Kromě klasického “čtverečku” používaného jako symbol pro proces, používáme další následující značky:

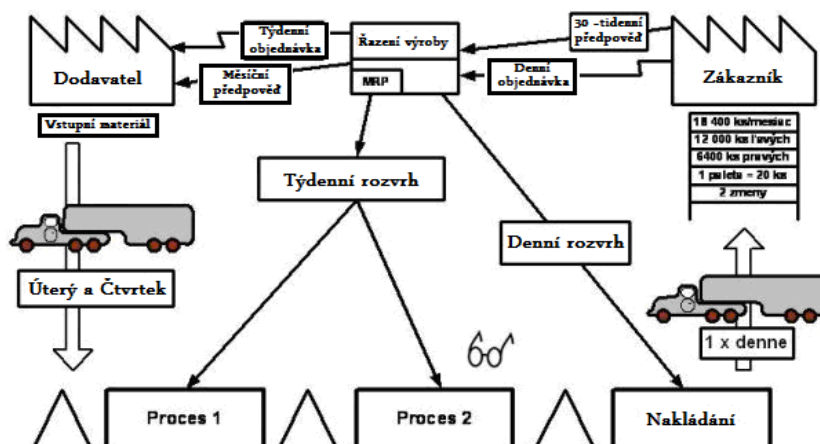
Tab. 2.1 Nejčastější značky využívané při mapování hodnotového toku (viz příloha č.4)

IKONY PRO MATERIÁLOVÝ TOK			
Externí zdroje	Proces	Data o procesu	Zásoby
Transport	Tok hotových výrobků	Pohyb tlakem	Pohyb tahem
Vozíkový transport	Paletový transport	Bezpečný sklad	Supermarket
IKONY PRO INFORMAČNÍ TOK			
Manuální informace	Elektrická informace	Typ informace	Inventurní plánování
Kampanová schránka	Výrobní kanban	Dopravní kanban	Signální kanban
VŠEOBECNÉ IKONY A SYMBOLY			
Operátor	Přiležitost ke zlepšení	VA-linka	Výrobní buňka
Počítačová podpora			

Při samotném procesu mapování přímo na dílně používáme jen psací potřeby, papír a stopky.

### Kreslení současného stavu

Když máme proces od nakupování až po dodávání materiálu zákazníkovi úplně zvládnutý, zaměříme se na kreslení informačního toku. Tento tok kreslíme zprava doleva.



Obr. 2.5.1 Příklad VSM [10]

### Výstup z mapy současného stavu

Při zakreslení materiálového a informačního toku musíme spočítat všechny zaznamenané údaje o každém procesu ve dvou úrovních:

- Suma časů přidávajících hodnotu výrobku.
- Suma časů, kdy se materiál zdržel v zásobě.

Výsledný poměr určuje kolik procent z přibližné celkové doby výroby tvoří plýtvání a kolik práce přidávající výrobku hodnotu.



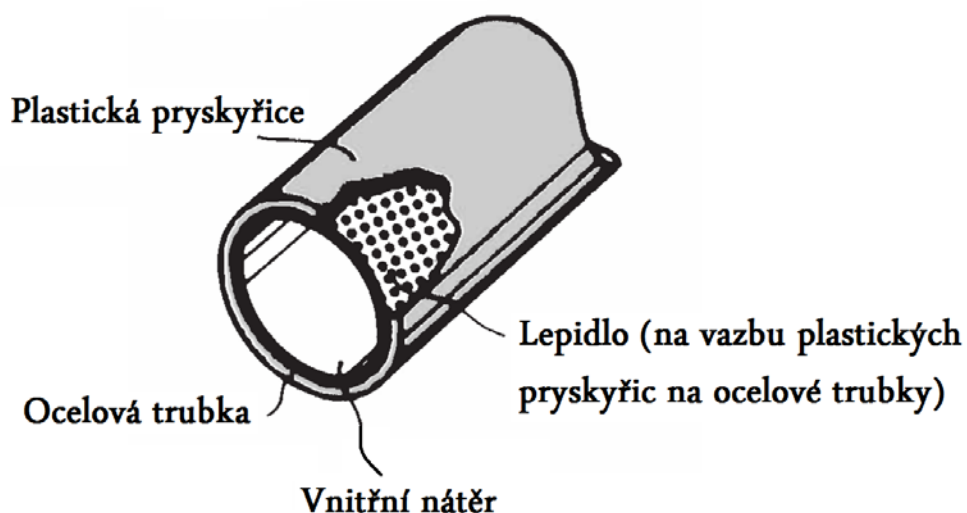
Obr. 2.5.2 Celkový poměr času přidávající hodnotu a doby výroby [10]

Vypracováno podle [3],[10]

## 2.7 Uspořádání pracoviště

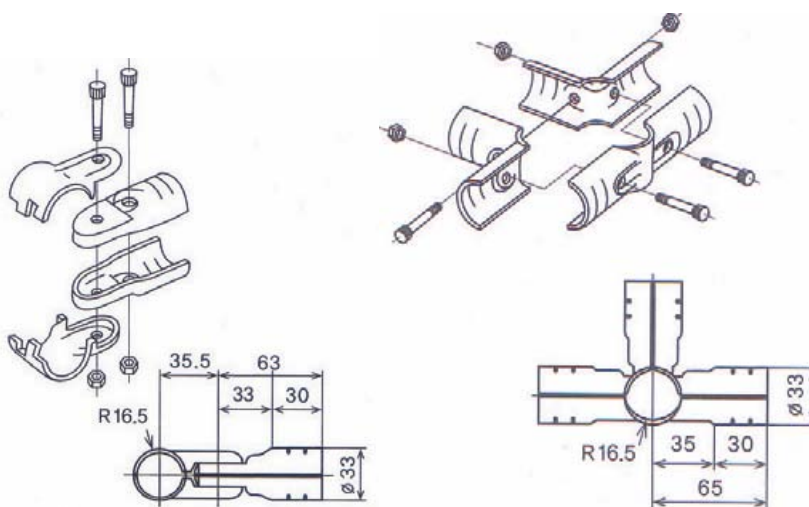
### 2.7.2 Creform

Trubkový modulární systém Creform byl vyvinutý ve společnosti Yazaki Industrial Chemical Corporation v Japonsku před více jak 35 lety. Princip tohoto systému spočívá ve využití mechanických vlastností tenkostěnné ocelové trubky potažené plastem.



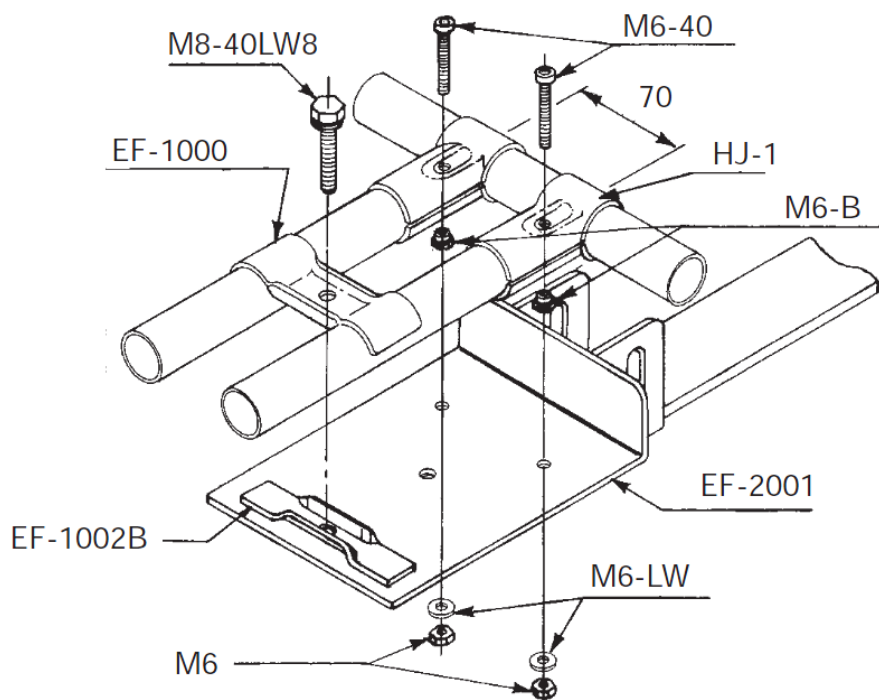
Obr. 2.6.1 Trubka Creform [11]

Dalšími stavebními prvky tohoto modulárního systému jsou kovové nebo plastové spojky. Plastové spojky jsou doporučovány pro méně namáhané a nepohyblivé konstrukce. Jejich výhodou je velice rychlá montáž, jelikož není potřeba žádný spojovací materiál. Kovové spojky se musí spojovat pomocí šroubového spoje, ale hodí se pro každý typ konstrukce a vyznačují se větší pevností spoje než spojky plastové.



Obr. 2.6.2 Příklady spojek Creform [11]

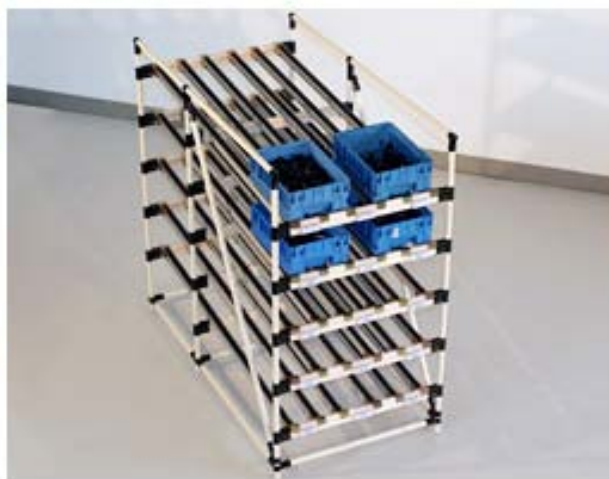
Pomocí trubek, spojek a dalšího příslušenství je možné vytvářet nekonečný počet rozebíratelných prvků pracovišť a logistických systémů.



Obr. 2.6.3 Ukázka spoje modulárního systému Creform [11]



Obr. 2.6.4 Různé komponenty Creform [11]

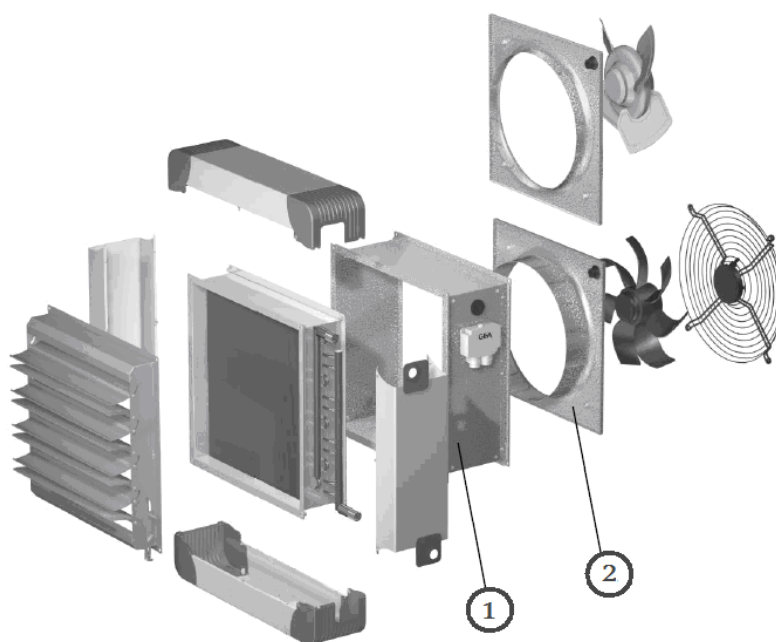


Obr. 2.6.5 Vozík sestavený z Creform [11]

Vypracováno podle [11]

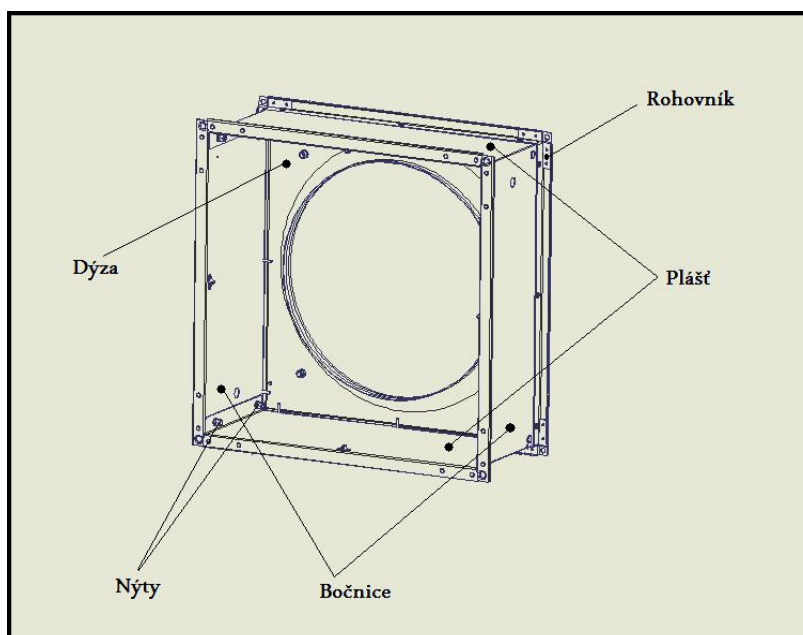
### 3. PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část se zabývá zefektivněním montáže ventilátorových komor ve ventilátorech SAHARA MAXX ve firmě GEA LVZ Liberec a.s. Jako nástroj k zefektivnění montáže byl využit standardní postup zpracování projektů DMAIC a nástroje pro analýzu a zlepšování procesů.



Obr. 3.1 Kompletní ventilátor SAHARA MAXX

Ventilátorová komora, jejíž problematikou se zabýváme, je označena 1,2 a názorně vyobrazena na obrázku 3.2.



Obr. 3.2 Ventilátorová komora



### 3.1 Představení firmy

GEA LVZ,a.s. je od roku 1992 součástí nadnárodního koncernu GEA. Prostřednictvím obchodních zastoupení GEA dodává své výrobky do celé Evropy. V libereckém závodě se vyrábějí decentrální zařízení pro ohřev, chlazení, zvlhčování, odvlhčování a filtraci atmosférického vzduchu. Dále je výrobcem a dodavatelem systémů pro čisté prostory.

### 3.2 Definování cílů

- 1) Optimalizace toku materiálu a minimalizace zásob.
- 2) Zefektivnění montáže ventilátorových komor.
- 3) Zlepšení ergonomie pracoviště.

### 3.3 Popis pracoviště

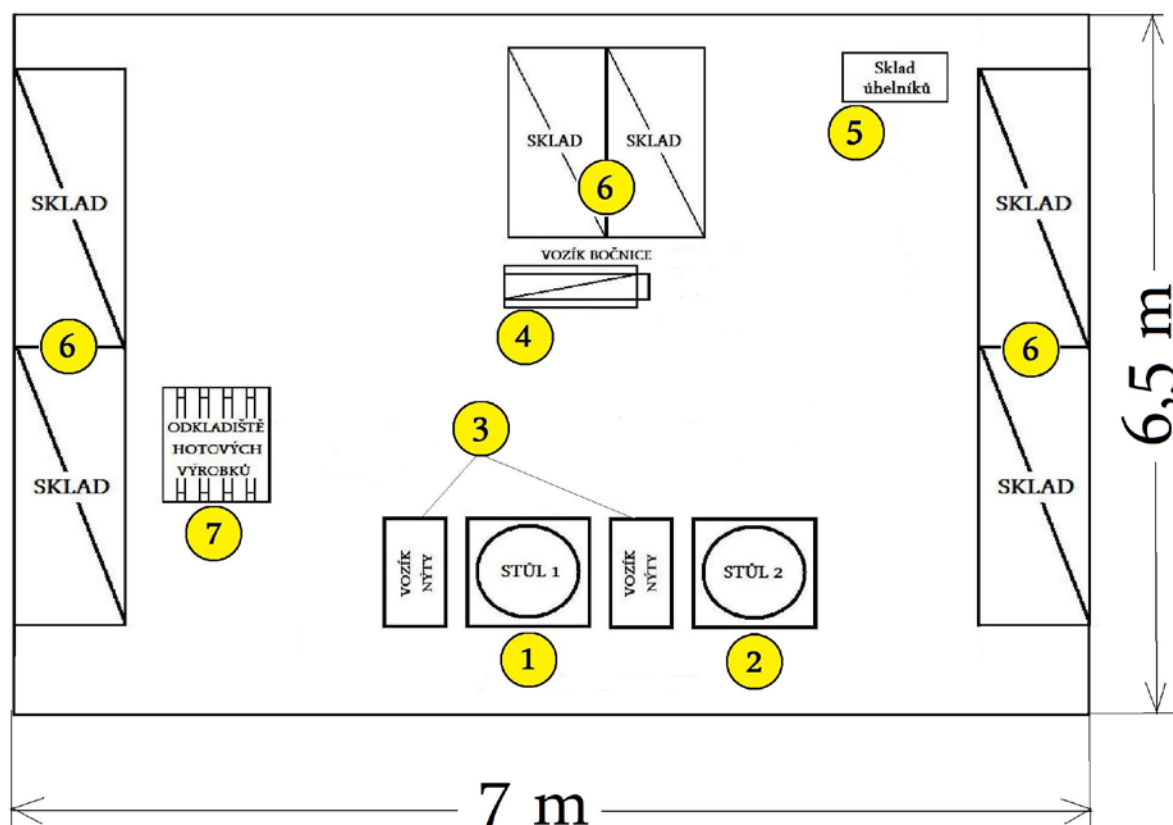
Pracoviště se nachází na hlavní výrobní hale a je součástí sekce montáže. Na obr. 3.3.1 vidíme pracoviště montáže ventilátorových komor a schéma na obr. 3.3.2 dotváří lepší představu o uspořádanosti tohoto pracoviště.

Na obrázcích vidíme pracovní stoly (1,2). Na těchto stolech probíhá kompletní montáž komory. Vedle stolů jsou vozíky (3), které obsahují krabičky s nýty, matice, zámký, záslepky a dvě nýtovací pistole. Sklad úhelníků (4) se nachází u stěny, v zadní části pracoviště a pracovník úhelníky doplňuje jednou za směnu do vozíku (3). Sklady (5) obsahují bočnice, pláště a dýzy uložené na paletách. Díly do skladů jsou doplňovány pomocí vysokozdvižného a paletového vozíku. Odkladiště hotových výrobků (6) je paleta, na kterou jsou hotové výrobky odkládány a později odváženy k další montáži na montážní linku.



Obr. 3.3.1 Pracoviště montáže ventilátorových komor – původní stav





Obr. 3.3.2 Schéma pracoviště montáže - původní stav

### 3.4 Analýza současného stavu

Pro analýzu současného stavu pracoviště byly vybrány nástroje: spaghetti diagram, metoda VSM, mapa toku materiálu dílnou, přímé pozorování a zaznamenání časů jednotlivých operací a plýtvání na montáži ventilátorových komor a zavážení dílů na montáž.

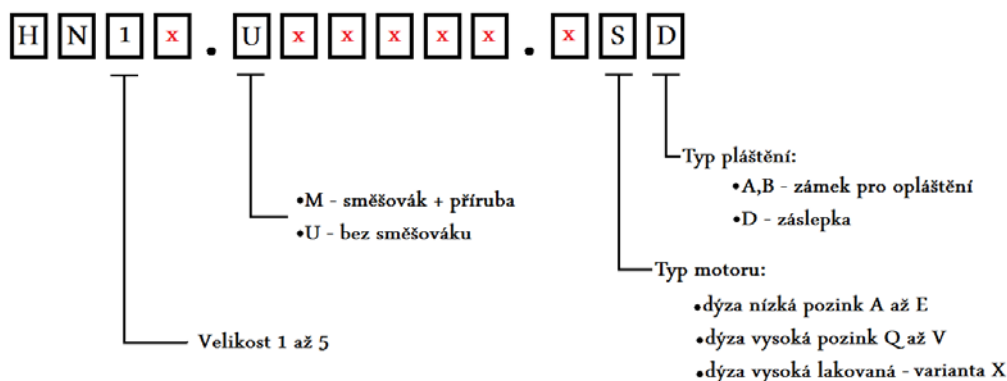
Jelikož se na pracovišti montuje velké množství ventilátorových komor, přibližně 60 druhů, a liší se nejen velikostí ale také komponenty při montáži, je nutné aby pracovník přesně věděl jaké množství a druh má v danou směnu vyrábět. K tomu slouží denní plán montáže viz obr. 3.4.1 a typový klíč obr. 3.4.2, ve kterém je číselný kód udávající typ a počet kusů.

Pracovník připravuje ventilátorové komory podle denního plánu pro montážní linku. Kapacita linky je 80 jednotek za směnu. Jedna směna trvá 7,5 hodiny což je  $7,5 \cdot 60 = 450$  min. Z těchto hodnot určíme takt linky. Takt se vypočítá jako čistý pracovní fond za období, lomeno počet požadovaných výrobků za období. Takt linky ve firmě  $= 450 / 80 = 5$  min 37 s. To znamená, že na kompletaci ventilátoru SAHARA MAXX má pracovník montážní linky maximální čistý čas 5 minut a 37 sekund. Poté pracovník začíná s montáží nového ventilátoru.

Tento čas nás bude zajímat z důvodu redukce pracovních komponentů v další části práce.

1144-3 PROHLÍŽENÍ plánu montáže jednotek SAHARA Maxx																			
Lir	por	s	d	m	zakazka	vyrobek	a	ks	zad	ks	lo	v	nazev	vk	mo	vy	zl	el	oi
1A	10				FCQA73 11/23913	6HB408			1				1 HN12.UWARAB.BKD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	11				FCQX75 11/25888	6HJ024	A		1S				1 HN12.UWARAO.EKD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	12				FCQX75 11/25888	6HN460	A		5				1 HN13.UWARAO.EKD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	13				FCQX75 11/25888	6HNS55	A		4				1 HN11.UWARAO.EKD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	14				FCQX75 11/25888	6HNS56	A		6				1 HN14.UWARAO.EKD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	15				FCQW98 11/25758	6HNS87			2				2 HN22.UWCRAZ.SSD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	16				ECA113 11/25346	6HH158	E		1				1 HN12.UWARAU.QSA.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	17				ECA113 11/25346	6HN714	E		1				2 HN22.UWARAU.QSA.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	20				FCQQ58 11/25238	6HC257			2				2 HN22.UWCRAZ.SKA.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	30				FCQV03 11/25613	6HB136			1				2 HN22.UWARAP.BSA.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	40				FCQX42 11/25835	6HC006	A		6				2 HN23.UWARAP.BKD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	50				FCQX73 11/25892	6HNS97			2				2 HN23.UWCRAZ.BSD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	60				FCRB54 11/26213	6HC108			2				2 HN22.UWARAP.CKD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	70				FCRD37 11/26384	6HD834			2				2 HE21.UNFOKB.BKD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	80				FCQT80 11/25328	6HNS69			18				3 HN33.UWARAP.CRD.I4.094.IA	a	a	a	a	a	
1A	90				FCQT83 11/25342	6HNS70			1				3 HN31.USROOC.SSD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	100				FCQX16 11/25824	6HNS91			3				3 HN31.USROAO.RKD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	110				FCQR99 11/25368	6HNS63			2				4 HN43.UWARAP.BRD.I3.042.MA	a	a	a	a	a	
1A	120				FCQR99 11/25368	6HNS64			5				4 HN43.UWARAP.BRD.I3.042.ZD	a	a	a	a	a	
1A	130				FCQT24 11/25447	6HE121			2				4 HN41.UWSRAP.RKD.###.###.##	a	a	a	a	a	
1A	140				FCQW14 11/25206	6HNS83			1				4 HN41.UWRRAP.SSD.###.###.##	a	a	a	a	a	

Obr. 3.4.1 Denní plán montáže pro linku A směna 1



Obr. 3.4.2 Typový klíč

Názorná ukázka i s popisky a vysvětlivkami je na obr.2, kde první 2 znaky označují ventilátorovou komoru. Třetí znak označuje velikost komory od 1 do 5. Do pátého znaku se vyplňuje písmeno M, což označuje pokud má komora směšovací zařízení a přírubu nebo písmeno U, což je komora bez směšovacího zařízení. Dále se do dvanáctého znaku vyplní typ motoru a třináctý znak označuje typ opláštění, které má buď zámek nebo pouze záslepku.

### 3.4.1 Přímé pozorování

Pro určení souhrnu všech činností pracovníka na pracovišti montáže ventilátorových komor, bylo provedeno pozorování po dobu montáže 10 kusů komor velikosti 2, jelikož tento typ je nejčastěji vyráběn. Poté byl sestaven přesný pracovní postup montáže i s naměřenými časy operací, které se zprůměrovaly a vyšel přibližný čas montáže jedné komory SAHARA MAXX.

Tab. 3.1 Popis montáže ventilátorové komory velikosti 2

Analýza pracovních činností												
Kolo:	Název pracoviště: Montáž ventilátorových komor				Čas měřil: David Šilhán							
Číslo	Popis elementu/skupiny elementů pracovní činnosti	Záznam měření trvání výrobního kroku (s)										Průměrná doba
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Bočnice a plášť se smontují pomocí maticových nýtů a nýťovací pistole (2x Mnýt).	35	31	34	30	31	29	33	28	33	34	31,8
2	Přisazení dýzy do předem smontované bočnice s pláštěm (drží pomocí prolisů).	22	18	20	22	19	21	22	22	19	21	20,6
3	Přisazení a snýtování druhého pláště a bočnice (6x Mnýt).	45	48	45	46	47	44	42	47	46	46	41,3
4	Do každého rohu se přinýtuje rohovník pomocí trhacích nýtů (4x4=16 nýtů).	86	82	80	84	84	83	80	82	85	84	83
5	Do středu bočnic se vsadí zásepky a vzniká tak komora (4x zásepka).	24	20	22	24	26	20	21	25	24	20	22,6
6	Snýtování rámečku ze 4 listů pomocí trhacích nýtů (4x4=16 nýtů).	172	185	175	187	180	179	173	185	184	178	179,8
7	Přišroubování rámečku ke komoře pomocí samorezných šroubů (12x šroub).	91	85	98	97	86	87	94	99	91	89	91,7
8	Odložení kompletní ventilátorové skříně na paletu.	16	17	20	15	24	16	18	16	20	22	18,4
	Celkový průměrný čas cyklu (s) pro jeden kus bez bodů 6 a 7 (typ U)											217,7
	Celkový průměrný čas cyklu (s) pro jeden kus s body 6 a 7 (typ M)											489,2

pos	číslo,druh,název položky níže	mj	množství
002	365435 V VK2 UH	KS	1.0000
+	001 A03175 P BOČNICE VK2	KS	2.0000
+	002 A03179 P PLAST VK2	KS	2.0000
+	005 442557 P ROHOVNIK VK 2-UH	KS	4.0000
+	007 3115312 N NYT TRHACI 4X8ST/ST KANBAN DIN 7337	KS	16.0000
+	009 3114363 N MAT.NYT.M8 23H08CO300 KANBAN Obj. c. 9497-8030	KS	8.0000
+	012 3095012 N SROUB M8X20 A2K KANBAN CSN 021103	KS	4.0000
+	013 3116055 N PODL.POJ. 8,4 A2K KANBAN DIN 6798 A	KS	4.0000
00H	513480 V ZATKA ZASLEPOVACI	KS	1.0000
+	001 3210512 N ZATKA 237-034-13/9X6,4 CERNÁ	KS	4.0000
012	513190 V DESKA MOTOROVA UPLNA VEL. 2	KS	1.0000
+	001 A03293 P DESKA MOT.VK2-8HACKU	KS	1.0000
+	002 3114363 N MAT.NYT.M8 23H08CO300 KANBAN Obj. c. 9497-8030	KS	4.0000

Obr. 3.5 Kusovník pro velikost 2 a oběhovou jednotku

Na základě pozorování pracovníka při jeho všech činnostech během montáže byla sestavena tabulka 3.2.1. Do této tabulky byly zaznamenány důležité hodnoty činností, jejich časy a vzdálenosti, které pracovník udělal. Tyto činnosti byly rozděleny na nutné přidávající hodnotu, nutné nepřidávající hodnotu a nenutné nepřidávající hodnotu. Dále byla navržena možnost řešení daného úkonu z hlediska nutnosti podud' se má zlepšit, zredukovat nebo úplně eliminovat.

Eliminací pracovního úkonu myslíme úplné odstranění této činnosti. K eliminaci slouží například metoda 5 PROČ.






Zredukovat pracovní činnost znamená například přemístit palety na odkládání hotových výrobků blíže pracovišti a tím snížení nachozené vzdálenosti a zkrácení výrobního času.

Zlepšit pracovní činnost v tomto případě znamená zamyšlení se nad stávající již tak vyhovující činností, pokud by bylo možné ji nějakým způsobem zrychlit, zpříjemnit pracovníkovy například novým nářadím nebo zavěšením nářadí na pohyblivé kladky apod. Zlepšení procesu je možné jen v určitých místech a se zamyšlením se, jestli se zlepšení vyplatí s ohledem na investice. Díky zjištěným hodnotám byly sestaveny tabulky 3.2.2 a 3.2.3. ve kterých byly hodnoty sečteny a na jejich základě zhotoveny grafy 3.1.1 a 3.1.2.

Výsledky pozorování:

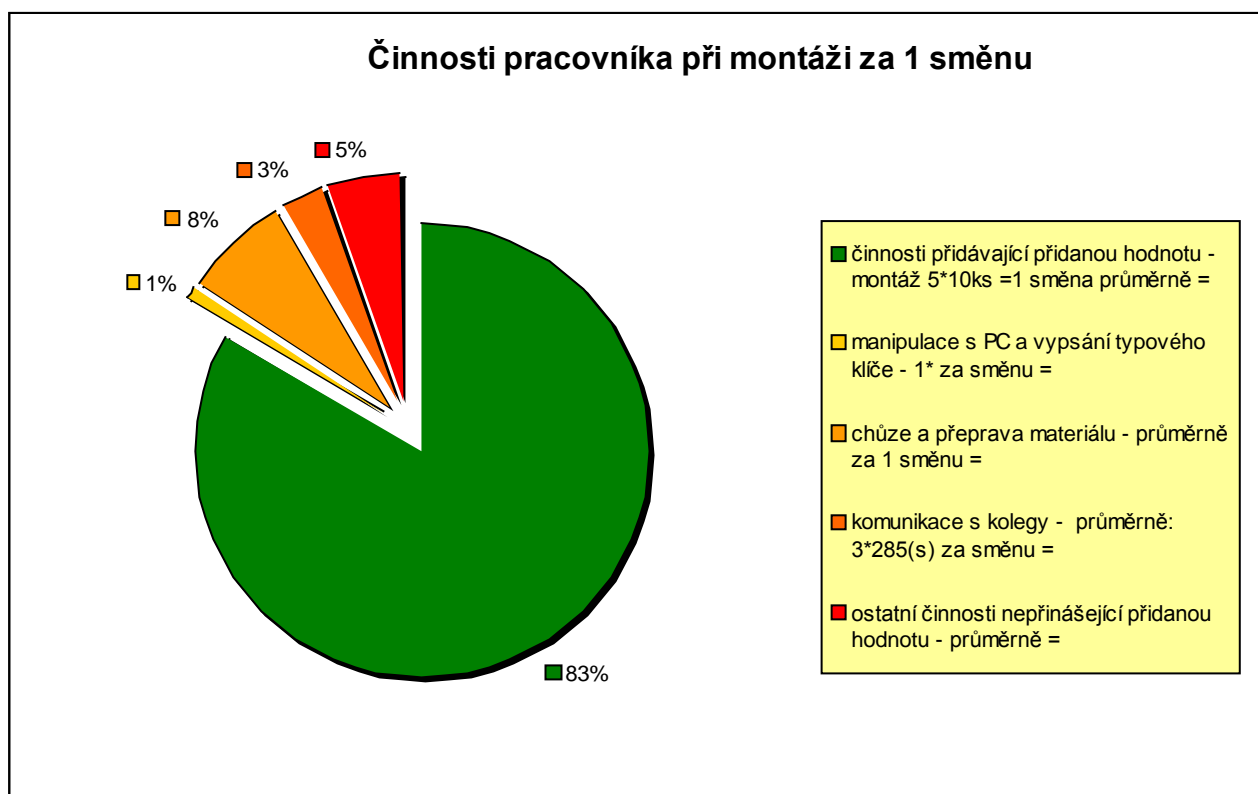
Výsledky pozorování byly zaneseny do tabulek a pomocí tabulek vypracovány grafy pro názornost.

Tab. 3.2.1 Kompletní analýza činností pracovníka při montáži ventilátorové komory za směnu

Činnost pracovníka při montáži vent. komor		Montáž ventilátorových komor SAHARA				Plant:	GEA LVZ		
						Line:	Montáž vent. Komor		
						Datum:	20.5.2011		
						Zapsal:	David Šilhán		
Činnost	Roztřídění činností	Nutný	Přid. Hodn.	Mož.řešení	Výroba	Manip.	Transp.	Transp.	Čekání a ostatní
									
					sec.	sec.	sec.	metry	sec.
1	Ze systému zjistí denní činnost. (1x za směnu)	A	N	ZREDUKOVAT		33s			
2	Vypíše si pomocí typového klíče denní činnost. (1x za směnu)	A	N	ZREDUKOVAT		183s			
3	Přiveze si paletový vozík a dojde si pro paletu. (1x po výrobě 10 ks)	A	N	ZREDUKOVAT			26s	20m	
4	Vyndá si krabičky s nýty a maticemi.(1x za směnu)	A	N	ZREDUKOVAT		16s			
5	Dojde si do skladu pro bočnice a pláště (4+4 ks). (čas manip. Pro 10 ks)	A	N	ZREDUKOVAT		300s			
	Začátek montáže 10 ks.				0s				
6	Bočnice a plášť se smontují pomocí maticových nýtů a nýtovací pistole (2x Mnýt)	A	A	ZLEPŠIT	318s				
7	Přisazení dýzi do předem smontované bočnici s pláštěm (drží pomocí prolisů).	A	A	ZLEPŠIT	206s				
8	Přisazení a snýtování druhého pláště a bočnice (6x Mnýt).	A	A	ZLEPŠIT	413s				
9	Do každého rohu se přinýtuje rohovník pomocí trhacích nýtů (4x4=16 nýtů).	A	A	ZLEPŠIT	830s				
10	Do středu bočnic se vsadí záslepky a vzniká tak komora (4x záslepka).	A	A	ZLEPŠIT	226s				
11	Snýtování rámečku ze 4 lišt pomocí trhacích nýtů (4x4=16 nýtů).	A	A	ZLEPŠIT	1798s				
12	Přišroubování rámečku ke komoře pomocí samořezných šroubů (12x šroub).	A	A	ZLEPŠIT	917s				
13	Odložení kompletní ventilátorové skříně na paletu.	A	N	ZREDUKOVAT		184s			
	Bod 5 až 13 se opakuje do naplnění palety (10 ks).								
14	Vezme paletový vozík a odveze paletu na montážní linku. (1x po výrobě 10 ks)	A	N	ZREDUKOVAT			56s	10m	
15	Vezme prázdnou paletu a jde zpátky na pracoviště. (1x po výrobě 10 ks)	A	N	ZREDUKOVAT			50s	10m	
16	Odškrtně a zapíše si vyrobené kusy. (1x po výrobě 10 ks)	A	N	ZREDUKOVAT		35s			
	Pracovníkovi ostatní činnosti v průběhu montáže.								
17	Doplňuje nýty.	A	N	ZREDUKOVAT		191s			
18	Odchod na jiné pracoviště.	N	N	ELIMINOVAT				50m	256s
19	Mluví s kolegy.	N	N	ELIMINOVAT					285s
20	Pomoc kolegovi na jiném pracovišti.	N	N	ELIMINOVAT				20m	126s
21	Hledá prázdnou paletu.	N	N	ELIMINOVAT				120m	240s
22	Občerstvuje se.	N	N	ELIMINOVAT				10m	120s

Tab. 3.2.2 Průměrná činnost pracovníka při montáži za 1 směnu

Činnosti pracovníka při montáži za 1 směnu	Čas (s) a %
činnosti přidávající přidanou hodnotu - montáž 5*10ks =1 směna průměrně =	23540 (83%)
činnosti nepřidávající přidanou hodnotu (za 1 směnu):	
manipulace s PC a vypsání typového klíče - 1* za směnu =	216 (1%)
chůze a přeprava materiálu - průměrně za 1 směnu =	2170 (8%)
kommunikace s kolegy - průměrně: 3*285(s) za směnu =	855 (3%)
ostatní činnosti nepřinášející přidanou hodnotu - průměrně =	1484 (5%)



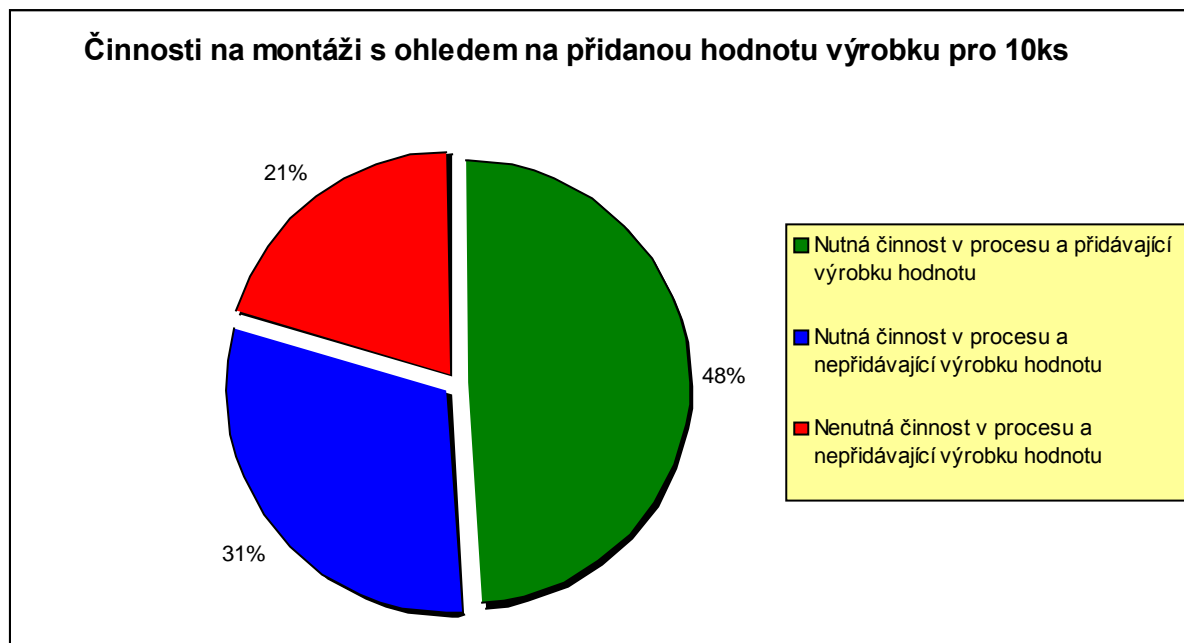
Graf 3.1.1 Průměrná činnost pracovníka při montáži za 1 směnu

Tabulka 3.2.2 a k ní připojený graf 3.1.1 vycházejí z tabulky 3.2.1 a ukazují průměrnou časovou a procentovou činnost pracovníka při montáži za jednu směnu a jeho činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu v průběhu této jedné směny.

Pro lepší názornost byla také zhotovena tabulka 3.2.3 a k ní připojený graf 3.1.2, který ukazuje nutné a nenutné činnosti provedené pracovníkem při výrobě jen jedné dávky, což je 10 kusů. Nutné činnosti jsou v tabulce ještě rozděleny na přidávající a nepřidávající hodnotu.

Tab. 3.2.3 Činnost na montáži s ohledem na přidanou hodnotu výrobku

<b>Činnost na montáži s ohledem na přidanou hodnotu výrobku pro 10ks</b>	<b>Čas (s) a %</b>
Nutná činnost v procesu a přidávající výrobku hodnotu	4708 (48%)
Nutná činnost v procesu a nepřidávající výrobku hodnotu	2942 (31%)
Nenutná činnost v procesu a nepřidávající výrobku hodnotu	1984 (21%)



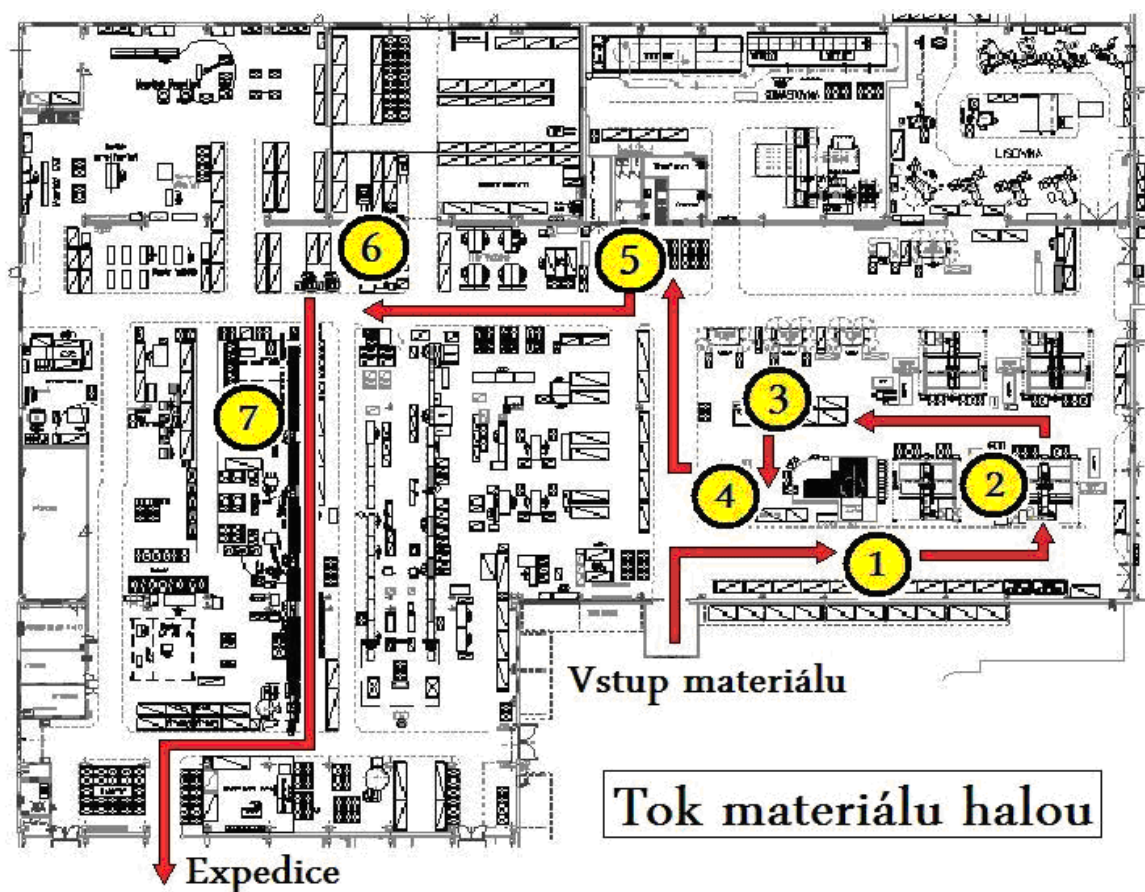
Graf 3.1.2 Činnosti pracovníka s ohledem na přidanou hodnotu výrobku

Z výsledků měření v tabulkách (3.2.2, 3.2.3) a grafů (3.1.1, 3.1.2) je vidět, že samotná montáž je uspokojivá, avšak s možností inovace. Jestliže zohledníme výrobu jako celek, je nutné eliminovat nebo omezit úkony nesouvisející s přímou montáží, jako je zbytečná komunikace s ostatními dělníky a odchod na jiná pracoviště, které nesouvisí s plánem montáže. Dále je třeba se zaměřit na uspořádání pracoviště a snížením tak nachozené vzdálenosti pro materiál do skladů. Tímto problémem a jeho řešením se zabývá další část práce viz Návrhy přestavení pracoviště montáže.

### 3.4.2 Mapa toku materiálu dílnou

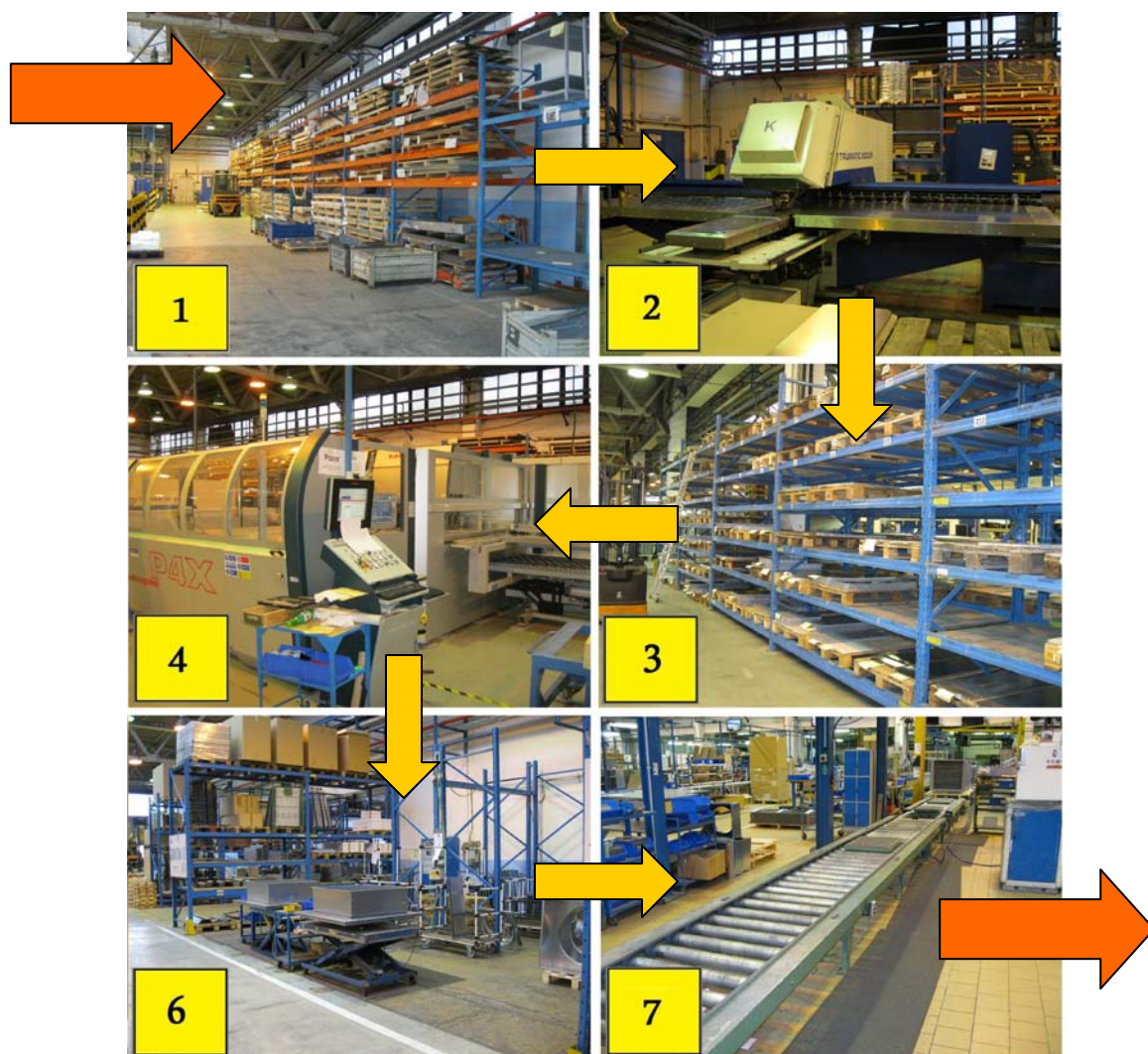
Tok materiálu dílnou je znázorněn v layoutu haly a pomocí fotek k lepší představě pracovišť. Znázorněny jsou cesty pohybu od vstupu materiálu do výrobního procesu až po stadium expedice.





Obr. 3.6.1 Schéma toku materiálu ve výrobní hale

1. Po vstupu materiálu v podobě tabulí z plechu je materiál uložen do skladu plechu 1, pomocí vysokozdvizných vozíků.
2. Ze skladu je materiál dopravován ke stroji Karusel označen 2, který z tabulí vystřihne díly ventilátorové komory i s díry pro montáž pomocí nýtů.
3. Vystřižené díly ze stroje Karusel putují do skladu materiálu 3, odkud jsou podle potřeby odebírány k dalšímu zpracování.
4. Díly ze skladu 3 dále putují na ohýbací centrum 4, kde jsou automaticky ohýbány na požadovaný přesný tvar. Vyrobena dávka je na celý týden práce.
5. Palety s naohýbanými součástmi jsou převezeny na stanoviště kontroly.
6. Díly z kontroly jsou převezeny na stanoviště montáže 6, kde jsou díly uloženy do skladů na paletách. Na stanovišti dochází k montáži a vzniká kompletní ventilátorová komora.
7. Ventilátorová komora dále putuje na výrobní linku, kde dochází k úplné kompletaci ventilátoru SAHARA MAXX, zabalení a posléze expedici k odběrateli.



Obr. 3.6.2 Foto toku materiálu halou

### 3.4.3 Mapování hodnotového toku – VSM

Tuto metodu použijeme v analýze stavu jako klíčové vodítko k zefektivnění montáže.

Pomocí metody VSM, která slouží k přehlednému a názornému zmapování hodnotových toků, jsme získali velice dobrý celkový přehled o současném stavu výrobního procesu a tím odhalení „slabých míst“ v procesu výroby a dopravy jednotlivých komponentů k pracovišti montáže ventilátorových komor.

Informace byly získány jednak z informačního systému firmy a přímým pozorováním a sledováním toku materiálu, pracovníků a operací s výrobou související. Všechny tyto informace byly zpracovány pomocí VSM. Tímto způsobem došlo k odhalení nadbytečných aktivit a pohybů, které se snažíme zredukovat popřípadě úplně eliminovat. To zejména v nadbytečných zásobách v probíhající a již ukončené výrobě.

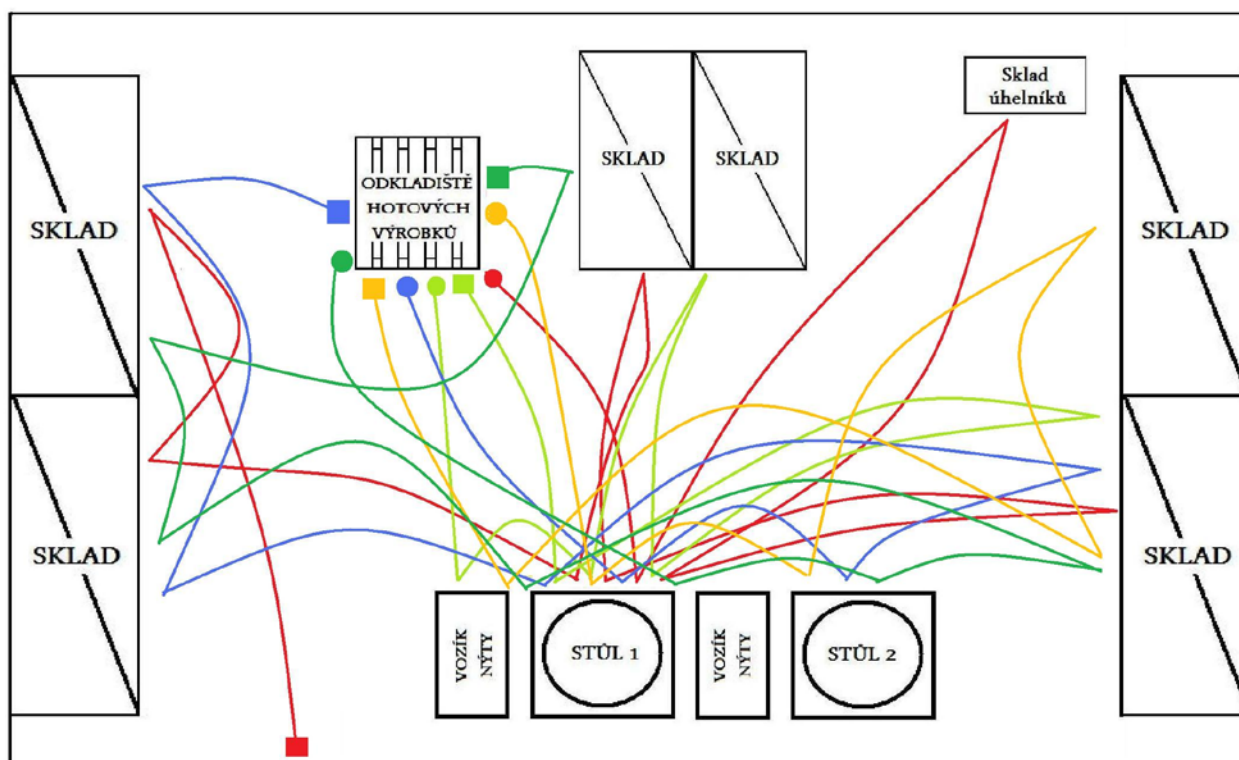
Po kompletním zmapování celého toku výrobním procesem byly odhaleny velké prostoje jak je vidět na VSM původního stavu v příloze č.2. Jako nejproblémovější úsek byl odhalen



putování materiálu mezi ohraňováním a předmontáží, kde ohraňený materiál přijde na montáž po více než 6 dnech. Na toto se zaměříme a pokusíme se tento problém co nejvíce zredukovat. Pro popis hodnotových metod jsou ikony znázorněny a popsány taktéž v příloze č.4.

### 3.4.4 Spaghetti diagram pracoviště

Spaghetti diagram vznikl na základě pozorování pracovníka při výrobě ventilátorové komory SAHARA Maxx. Do layoutu byly zachyceny veškeré jeho pohyby na pracovišti. V případě vzdálení se z pracoviště, bylo zaznamenáno kam odešel, vzdálenost a čas strávený mimo pracoviště. Tímto způsobem analýzy bylo odhaleno množství chůze na pracovišti i mimo něj, což pomůže k lepšímu uspořádání na pracovišti.



Obr. 3.7 Spaghetti diagram pracoviště

Tab. 3.3 Nachozená vzdálenost pracovníkem při výrobě-současný stav

Operace (za jednu směnu)	Vzdálenost (m)
Chůze pro materiál	1950
Doplnění materiálu	100
Odvoz výrobků z pracoviště	240
Odchod z pracoviště nesouvisející s výrobou	250
<b>Celkem</b>	<b>2540</b>

Ze spaghetti diagramu obr. 3.7 je jasně viditelné, že rozmístění materiálu není ideální a nachozená vzdálenost pracovníkem je velká, jelikož často chodí do skladu pro díly. Montáž je tak výrazně pomalejší a pracovník nejenže stojí celou směnu na nohou ale ještě ho unavuje neustálá chůze.

### 3.5 Shrnutí a vyhodnocení analýz:

Na základě analýz byly zjištěny nevýhody ve výrobě a na montáži ve formě přebytných komponentů zabírajících místo na pracovišti, zkrácení doby mezi pracovišti, snížení zásob ve skladech, zmetkovitost spojená s nutností kontroly a nutnost uspořádání pracoviště s ohledem na tyto všechny nově zavedené inovace.

### 3.6 Návrhy ke zlepšení vzhledem k provedeným pozorováním

#### 3.6.1 Redukce pracovních komponentů

Dřívější trend mít všeho „hodně“, v dnešní době již není aktuální a naopak se snažíme o redukci. Snahou tedy je snížení nebo odstranění nadbytečného nářadí nebo pracovních komponentů z pracoviště.

Vzhledem k provedenému pozorování na pracovišti montáže bylo zjištěno, že přestože jsou na pracovišti dva montážní stoly, tak využíván je pouze jeden a druhý jen zřídka nebo vůbec. Došlo tedy k zamyšlení, pokud je na pracovišti tento druhý stůl nutný. Pro představu zda ano či ne byly denní plány montáží poskytnuty z informačního systému firmy a zpracovány do tabulky 3.4, ve které je přehled výroby za 2 měsíce (viz příloha 1).

V tabulce vidíme pracovní dny a součet vyrobených velikostí za 2 měsíce. Velikosti komor jsou 1-5 a dělí se na typ M nebo U. Velikosti 1-5 typu M mají takřka stejný průměrný čas

montáže. Stejně tak typ U. Poté byl sečten počet vyrobených kusů M a U v jednotlivých dnech a vynásoben průměrným časem montáže typu M a U (viz tab. 3.1). Výsledná hodnota v sekundách se převedla na celkový čas v hodinách a vyšel průměrný čas montáže jak pro typ M, tak U a celkový čas M+U. Po důsledném přezkoumání bylo zjištěno, že i v nejvytíženější dny pracovník montáže svou práci stíhá sám bez nutnosti pomoci.

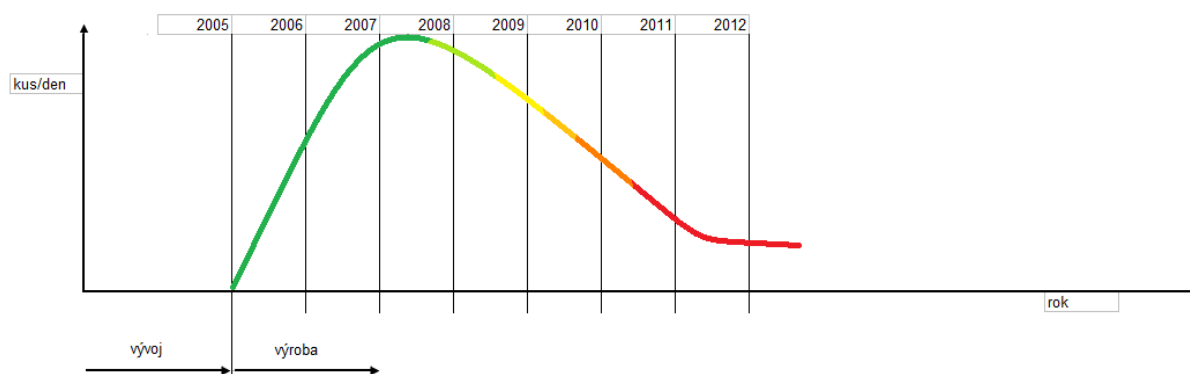
Výsledkem je odhalení nepotřebnosti druhého montážního stolu. Typ M sice trvá delší dobu než je takt linky, přesto však pracovník i v extrémech zadanou práci stíhá. Jelikož typ U se vyrábí v mnohem větší míře a s mnohem menším časem výroby, nedochází k prostojům ani ke zpomalení výroby.

Výhodou odstranění druhého stolu dostaneme více místa na pracovišti a možnost k lepšímu uspořádání pracoviště. Odstranění stolu se stává nevýhodou v případě neočekávaných výrobních komplikací nebo reklamací, kdy není možnost využít stůl na vyřešení nastalých problémů. Toto však řeší bezpečnostní zásoba, s kterou se zabývá další část práce.

Tab. 3.4 Přehled celkového času a součtu dílů za 2 měsíce výroby

Den:	Velikost:										Počet: součet * průměrný čas (s)		Celkový čas (hod.):		
	1		2		3		4		5		součet M*489,2 (s)	součet U*217,7 (s)	pro M	pro U	M+U
	M	U	M	U	M	U	M	U	M	U					
Pondělí	6	154	8	124	12	78	25	69	1	9	52*489,2=25438,4	434*217,7=94481,8	7,066	26,245	33,311
Úterý	7	187	5	112	2	78	10	81	3	30	27*489,2=13208,4	488*217,7=106237,6	3,669	29,51	33,179
Středa	6	119	7	188	0	130	4	50	4	0	21*489,2=10273,2	487*217,7=106019,9	2,854	29,45	32,304
Čtvrtek	0	186	2	154	4	110	11	74	0	3	17*489,2=8316,4	527*217,7=114727,9	2,31	31,869	34,179
Pátek	7	125	20	149	7	114	10	82	4	5	48*489,2=23481,6	475*217,7=103407,5	6,523	28,724	35,247
Součet:	26	771	42	727	25	510	60	356	12	47	80718 (s)	524874,7 (s)			
Celkový součet:	2576 dílů												22,422	145,798	168,22

Další indikací nepotřebnosti druhého montážního stolu je křivka životnosti obr. 3.8. Výroba komor je stále aktuální, avšak trvá již více než 6 let a klesá poptávka po tomto zboží. Kdyby došlo k inovaci komor a zvýšila se poptávka, bylo by nutné stůl znovu na pracoviště navrátit. V této době však není třeba.



Obr. 3.8 Křivka životnosti (výroby) ventilátoru SAHARA MAXX

### 3.6.2 Návrhy ke zlepšení vzhledem k VSM

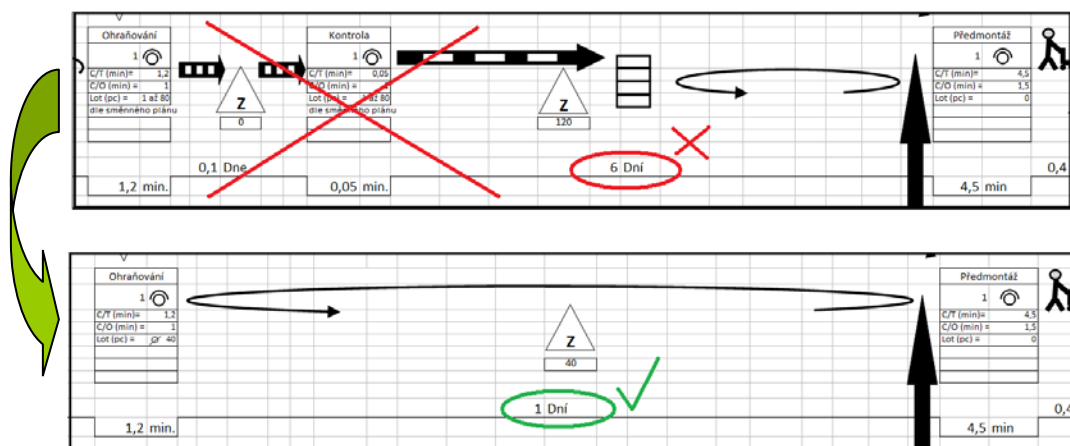
VSM mapa, která byla k tomuto účelu sestavena , je součástí příloh (příloha č.2 a 3 VSM původního a budoucího stavu). Po analýze současného stavu byly jako hlavní problémy, které je potřeba odstranit , určeny zkrácení doby mezi pracovišti a snížení zásob ve skladech. Toto odhalila VSM analýza.

Zavedený systém se změnil z tlaku na princip tahu. Jelikož stroje Trumatic, které slouží k vystřihování součástí z tabulí plechu, jsou velmi drahé, je plán s ohledem na jejich využití co největší. Firma má přesně dané plány aby stroje byly co nejvíce vytížené. Proto je snaha zefektivnit cesty součásti od tohoto bodu. Později tímto dojde i k zefektivnění na samotném pracovišti montáže.

Do této doby byl vystřižený materiál nastříhán v co největší možné dávce, aby se odstranilo zdoluhavé přeseřizování stroje. Vystřižený materiál se uskladnil. Pracovník si ze systému vytiskl týdenní plán a naohýbal všechny díly najednou, což v této chvíli vypadalá jako nejlepší řešení. Opak je však pravdou. Toto jednání sebou nese ukrytá úskalí a skryté problémy. Toto počínání je v rozporu se štíhlostí jako takovou.

Samotné naohýbání tolika dílů najednou je špatné, jelikož je nutné použít stanoviště kontroly. Čas a zkušenosti ukázaly, že pracovník na ohýbačce se může splést, nedostrčí správně doraz nebo otočí v nedbalosti díl a ten je dále nepoužitelný. Pracovník však svoji chybu nepřizná a do karty vypíše počet kusů jako by žádný nepokazil aby tím nepřišel o prémie. Tím dochází k tomu ,že na montáži následně chybějí některé části a musí se pracně naohýbat a doplnit. Toto jednání způsobovalo prostoje, čekání a celkově je důležité těmto situacím předcházet v prvopočátku. Kvůli tomuto jednání se zavedla zmíněná kontrola, která ihned po zkontrolování dávky zjistí, jestli díly chybí. Tento problém se odstranil díky upravení výroby.

Jelikož ventilátorových komor se vyrábí velké množství, byla přesunula ohýbání dílů z ohýbačky na ohýbací centrum. Tímto krokem bylo odstraněno hned několik problémů. Jednak díly jsou vyrobeny rychleji a přesněji a zároveň odpadá zmetkovitost, jelikož u stroje odpadá faktor nepozornosti. Čas mezi kontrolou a předmontáží se tak zkrátil o 5 dní což je skvělý výsledek.



Obr. 3.9.1 Zkrácení času po použití ohýbacího centra SALVAGNINI a odstranění kontroly



Obr. 3.9.2 Ohýbací centrum SAGVANINI



Jelikož již v průběhu práce byl navržen plán na inovaci dopravy materiálu a manipulace s ním pomocí stavebnicových vozíků, byla snaha tento plán realizovat a co nejvíce přiblížit k ideálnímu řešení.

Samotná realizace vozíků zabrala přibližně měsíc. Vozíky byly navrženy tak, aby plnili nejen funkci dopravní ale zároveň funkci kontroly a snadné manipulace. Toho se docílilo přesnou konstrukcí, kde vozík má pro přesný druh dílu své místo a počet. Tím odpadá kontrola, jelikož samotný pracovník na montáži pokud mu materiál ve vozíku zbyde, ví že chyba je buď, že mu na ohýbání vložili o díly navíc nebo méně a je třeba doplnit pokud díly chybí nebo v případě přebývajících dílů dá díly do tzv. bezpečnostní zásoby.

Tento problém se však vyskytuje jen výjimečně nebo prakticky vůbec jelikož pracovník na ohýbacím centru má ze systému přesný plán pro každou směnu.

1147-4	směna 1	MMAX plán rozvinů k ohýbání na Salvanini -vozíky				23.11.2011	10:18:17	Str.
SM_	Vent.komora							
Čís.vykr	Rusy	z toho ks.ND	Nazev	Paleta	Rusy	DatTrum	NaTrum	
A03174	34		BOCNICE VK1	XSB	264	23.11.2011		
A03175	44		BOCNICE VK2	XSB	249	23.11.2011		
A03176	62		BOCNICE VK3	XSB	187	21.11.2011		
A03177	14		BOCNICE VK4	XSB	137	21.11.2011		
A03178	34		PLAST VK1	XSB	298	23.11.2011		
A03179	44		PLAST VK2	XSB	266	23.11.2011		
A03180	62		PLAST VK3	XSB	167	21.11.2011		
A03181	14		PLAST VK4	XSB	132	21.11.2011		
A03182	6		BOCNICE VK5	XSB	153	22.11.2011		
A03183	6		PLAST VK5	XSB	155	22.11.2011		
celkem:		320						

Obr. 3.9.3 Plán ohýbání pro 1 směnu

Každý vozík je opatřen tabulkou, která přesně určuje pro co je vozík sestaven a jak se má správně použít. Pracovník na ohýbání ví jaký vozík použít a jak díly správně uspořádat, což usnadňuje pozdější manipulaci na montáži.



Obr. 3.9.4 Místo uskladnění vozíků s naohýbanými díly připravenými k montáži





Obr. 3.9.5 Informační tabulky na vozíku pro montáž ventilátorové komory

Po kontrole byla odvezena dávka do skladu na pracoviště montáže. Další nevýhodou byla nutnost díly na paletách obalit folií aby díly nevypadly, což u vozíků nehrozí a na vozíky se vejde 2x tolik dílů než na paletu. Díly uskladněny pomocí vysokozdvížných vozíků na paletách do regálů. Jelikož velikost skladů byla omezená a díly velkých rozměrů, uskladnění bylo nevhodné a pozdější manipulace pracovníka obtížná protože k dílům byl špatný přístup. Pracovník tedy ztrácel velké množství času tím, že pro díly stále chodil do skladu.

Další z nevýhod bylo uskladňování jako takové, jelikož sklady byly plné velkého množství dílů a mnoho pracovišť potřebuje dovést své díly na montáž. Kvůli tomu docházelo k přetahování se o paletové a vysokozdvížné vozíky a k neustálému čekání a prostojům, což velmi zpomalovalo montáž a celkovou výrobu.

Nyní pracovník montáže, jdoucí na směnu si vezme ze stanoviště uskladnění vozíků svůj vozík nebo vozíky a doveze si je na pracoviště kontroly. Na nic nemusí čekat a nedochází ke zbytečnému plýtvání časem. Vozíky si odloží na určené místo a začne s montáží dokud má nějaké díly ve vozíku.



Obr. 3.9.6 Foto skladu před inovací a stávající stav

Tyto všechny postřehy vyplynuli z analýz a pozorování manipulace s materiálem a zavážení dílů a v průběhu práce došlo i k jejich realizaci. Montáž a celková výroba se těmito změnami zásadně zeštíhlila ale i tak dochází k neustálé inovaci.

### 3.6.3 Zavedení předmontáže

Aby při nové směně na lince nemusel pracovník čekat na první várku dílů z montáže komor, vyrobí pracovník na předcházející směně o jednu paletu z nadcházející směny více. Tímto řešením odpadá prostoje a plýtvání časem.

### 3.6.4 Bezpečnostní zásoba

S zavedením vozíků v 14ti denním zkušebním provozu vyvstal ukrytý problém v podobě absence bezpečnostních zásob. Na montáži bylo tedy potřeba bezpečnostní zásobu nějakým způsobem zřídit. Tento problém se vyřešil sestavením speciálního vozíku, který obsahoval od každého kusu nejméně 3-6 dílů podle potřeby. Bezpečnostní zásoba se doplňuje jednou týdně.





Obr. 3.10 Bezpečnostní zásoby

Odstraněné problémy:

1) V průběhu expedice hotového jednotky dochází k občasnému poškození a následná reklamace od zákazníka. Tento výrobek pokud je vada pouze v poškozeném opláštění, se vrací na montáž a jelikož díly jsou vyrobeny v přesných dávkách, tak nahrazené díly chyběli a museli se pracně a zdlouhavě vyrobit. S zavedením bezpečnostní zásoby tento problém odpadl. Pracovník vymění poškozené díly, které vezme ze zásoby a výrobek ještě tento den je expedován zpět zákazníkovi.

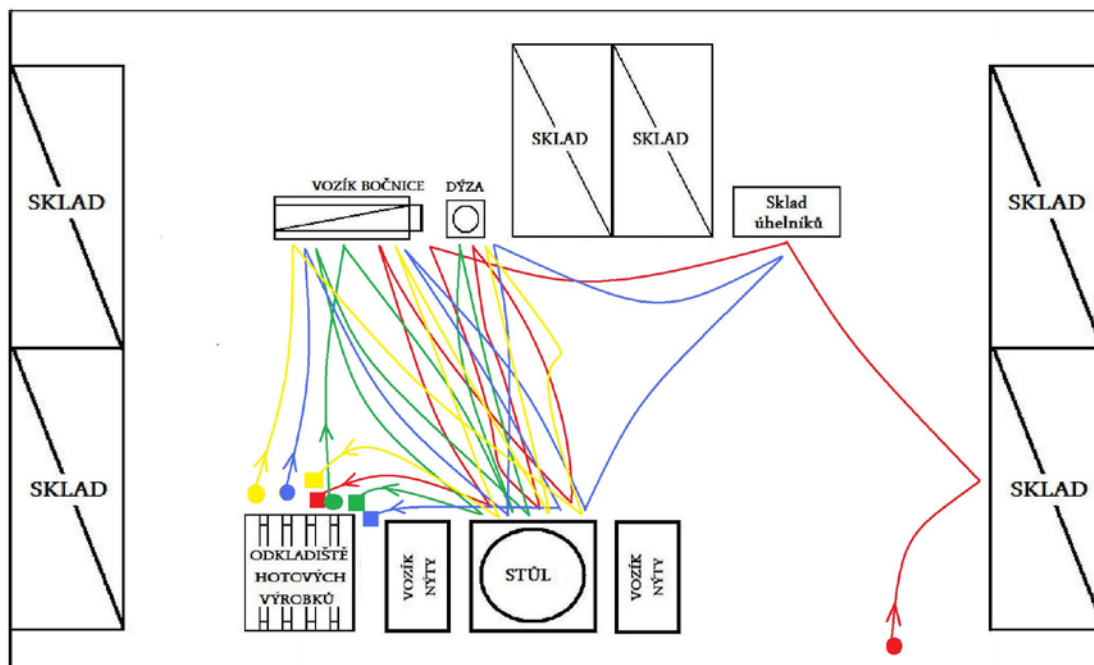
2) Pokud se pracovník na ohýbání spletl, chybí následně díly na montáži. Pracovník si bere z bezpečnostní zásoby chybějící díly.

### 3.6.5 Návrhy přestavení pracoviště montáže

Návrhy nového layoutu byly sestaveny s ohledem na nově zavedenou metodu vozíčků. Tímto odpadlo zdlouhavé chození do skladů s materiálem a zkrácení celkových časů a chůze. I tak na základě pozorování bylo nutné pracoviště uspořádat. Následně byly zvoleny čtyři nové rozmístění a odzkoušeny pracovníkem montáže. Celková nachozená vzdálenost a čas celé operace byly změřeny a porovnány s původním stavem a zaznamenány do tabulky 3.5. Každý návrh vyobrazuje čtyři cesty pracovníka při montáži ventilátorové komory a ke každému návrhu jsou shrnuty jeho výhody a nevýhody oproti původnímu stavu. Po odzkoušení měl pracovník možnost ohodnotit všechny nové návrhy a určit, který z nich nejlépe vyhovuje práci a manipulaci s materiálem při montáži. Toto poté bylo zkonzultováno s vedoucím montáže.

#### Návrh č. 1:

Vozíček umístěn za záda pracovníka a vedle vozíku jsou složeny dízy. Sklad úhelníků přemístěn taktéž za záda pracovníka, jen na opačnou stranu, aby byl co nejbližší. Paleta na odkládání hotových výrobků umístěna vedle vozíčku s nýty.



Obr. 3.11.1 Spaghetti diagram návrhu č. 1

Výhody:

- menší nachozená vzdálenost
- zkrácení času montáže

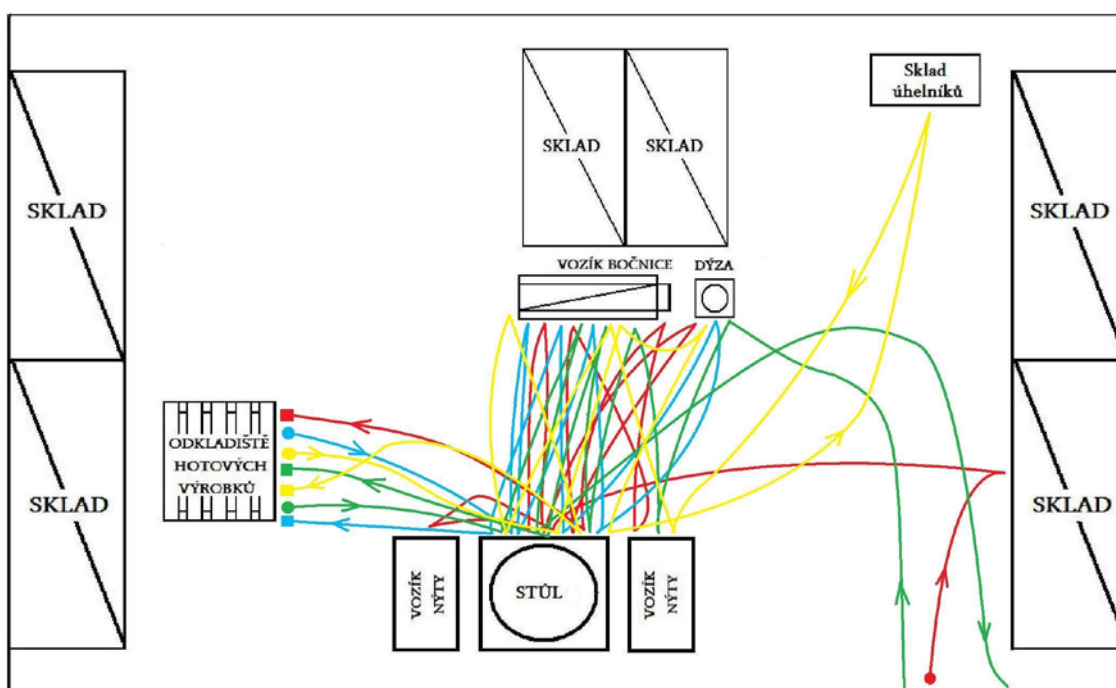
- lepší přístup k dílům
- dobrá manipulace s paletovým vozíkem při odvozu hotových výrobků

Nevýhody:

- praxe odhalila špatnou dostupnost ke skladům pro vysokozdvizné vozíky, překáží jak odkladiště hotových výrobků, tak vozík s bočnicemi, dýzi a sklad úhelníků

### Návrh č. 2:

Vozík s bočnicemi a dýzi umístit přímo za zády pracovníka. Sklad úhelníků ponechat u zdi v zadní části pracoviště. Paleta na odkládání hotových výrobků umístěna vedle pracovníka blíže ke skladu.



Obr. 3.11.2 Spaghetti diagram návrhu č. 2

Výhody:

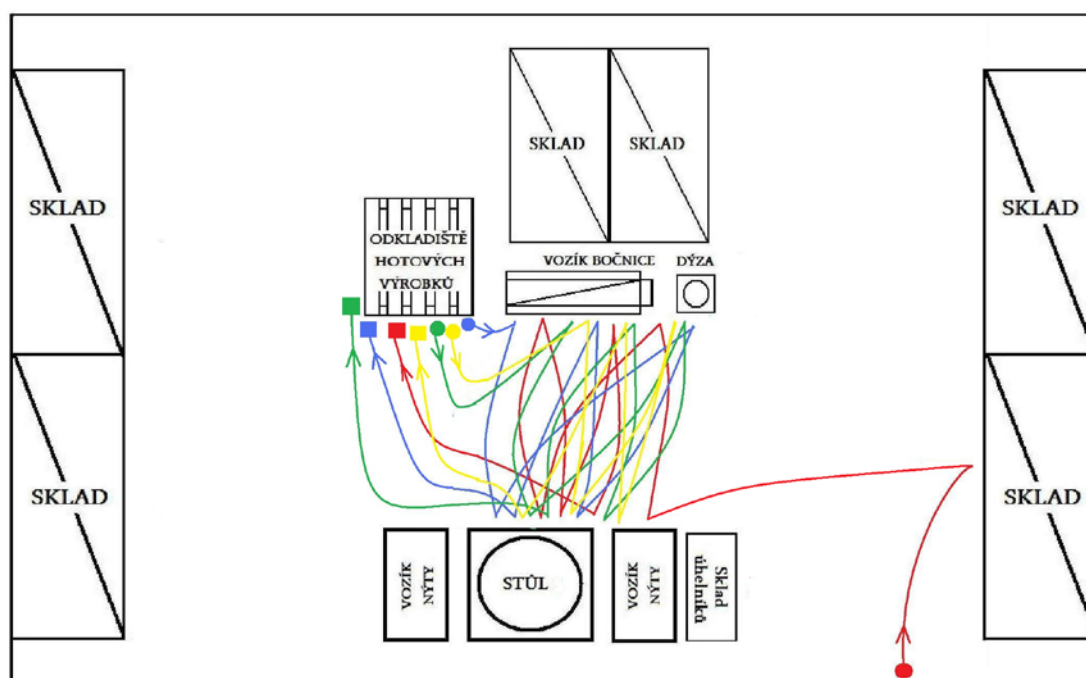
- menší nachozená vzdálenost
- zkrácení času montáže
- lepší přístup k dílům

Nevýhody:

- delší cesta pro úhelníky
- delší cesta k odkladišti hotových výrobků
- špatná dostupnost ke skladům pro vysokozdvizné vozíky, překáží odkladiště hotových výrobků

**Návrh č. 3:**

Sklad úhelníků umístěn vedle vozíků s nýty. Vozíček a dýzi umístit přímo za zády pracovníka. Paleta na odkládání hotových výrobků je umístěna taktéž za zády pracovníka blíže ke skladu s vozíky.



Obr. 3.11.3 Spaghetti diagram návrhu č. 3

**Výhody:**

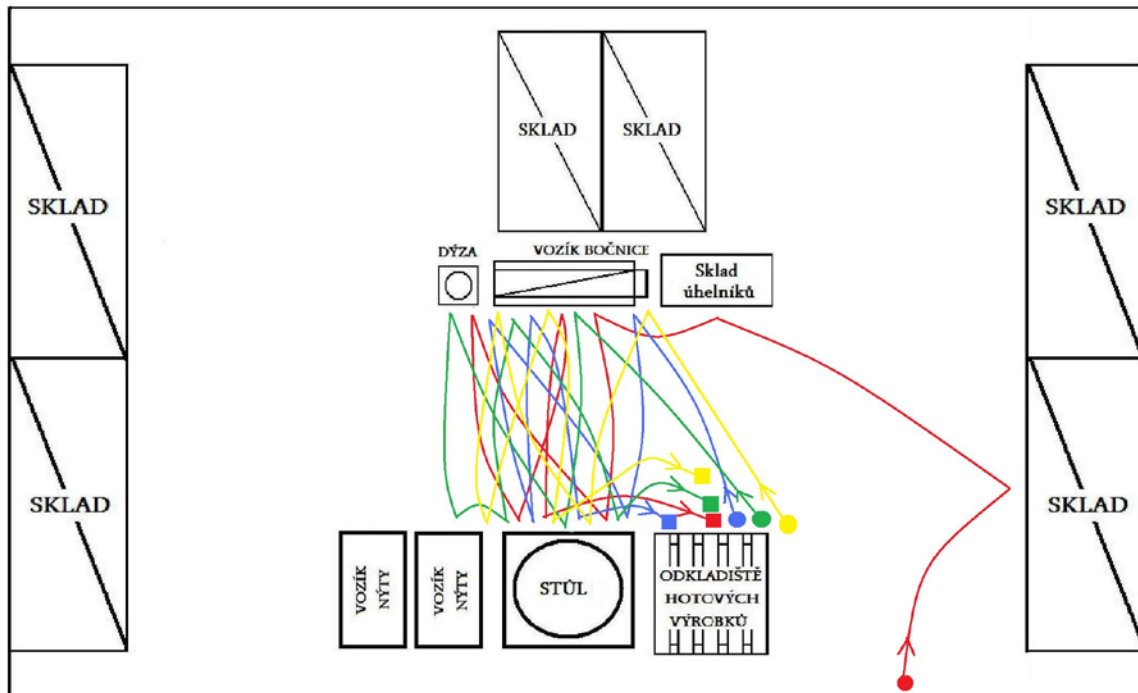
- úplná eliminace chůze pro úhelníky
- zkrácení času montáže
- lepší přístup k dílům

**Nevýhody:**

- komplikovaná manipulace s paletovým vozíkem při odvozu palety s hotovými výrobky
- sklad úhelníků s ohledem na nutnost doplňování úhelníků při montáži je zbytečně blízko

**Návrh č. 4:**

Sklad úhelníků umístěn za zády pracovníka, vedle vozíků s bočnicemi. Vozík s bočnicemi a dýzi umístěny taktéž za zády pracovníka. Vozíky s nýty dány na stejnou stranu vedle pracovního stolu po pravé ruce kvůli lepší manipulaci. Paleta na odkládání hotových výrobků umístěna po levé ruce vedle stolu.



Obr. 3.11.4 Spaghetti diagram návrhu č. 4

Výhody:

- výrazné zkrácení času montáže oproti původnímu stavu ale i oproti ostatním návrhům
- výborný přístup k dílům
- minimální nachozená vzdálenost
- dobrá operativnost pracovníka při práci

Nevýhody:

- nebyly odhaleny žádné vážnější nevýhody

Vyhodnocení přestavení layoutu:

Jako konečný a nejvhodnější návrh byl vybrán návrh číslo 4. Spojuje nejpodstatnější výhody všech předchozích návrhů a naopak eliminuje všechny původní nevýhody, které při simulaci návrhů vyvstaly nebo byly objeveny.

Návrh č.1 neobstál kvůli zavážení dílů na sklady, jelikož vozíčky a sklad rohovníků překážely a musely být pracně odtaženy z cesty při každém příjezdu vysokozdvizného vozíku. Další úskalí prvního návrhu v sobě skrývala paleta na odložení hotových výrobků, jelikož překážela jak pracovníkovi při montáži tak průchodu na pracoviště.

Návrh č.2 vyhovoval z hlediska bližšího umístění vozíku přímo za zády, který byl pro pracovníka výhodnější. Paleta nepřekážela v chůzi ale při doplňování regálových skladů bylo nutné paletu přesunout. Další nevýhoda návrhu byla delší vzdálenost skladu úhelníků ale jelikož ty jsou doplňovány pouze jednou za směnu tak umístění není tak důležité.



Návrh č.3 byl zhodnocen jako dobrý a pro běžnou praxi vyhovující. Díly jsou blízko pracovnímu stolu a nachozená vzdálenost je tak výrazně kratší a to o 2 až 3 metry oproti návrhům 1 a 2. Sklad úhelníků je blízko stolu a tímto se eliminovala chůze při doplňování. Přes tyto všechny výhody má návrh nevýhodu v podobě palety s hotovými výrobky. Manipulace s paletovým vozíkem při naložení palety je komplikovaná.

Návrh č.4 je vylepšeným obrazem návrhu č.3. Sklad úhelníků díky jeho minimálnímu používání byl přesunut vedle vozíku s bočnicemi, kde nepřekáží a je pracovníkovi stále po ruce. Pracovník nemusí brát ve větším množství úhelníky kvůli ušetření nachozené vzdálenosti a nepřekáží mu ve vozíku popřípadě na stole. Oba vozíky s nýty a nýtovacími pistolemi byly přesunuty po pravé straně aby se pracovníkům lépe manipulovalo s pistolemi s hlediska toho, že pracovníci jsou praváci. Paleta s hotovými výrobky nahradila místo skladu úhelníků vedle pracovního stolu. To přineslo výrazné snížení nachozené vzdálenosti pracovníka při chůzi s hotovým výrobkem na paletu. Při naplnění a nutnosti odvozu palety jí je snadné naložit na paletový vozík, což v případě návrhu č.3 bylo komplikované.

### Shrnutí přínosů přestavení pracoviště montáže

Mezi nejdůležitější přínosy patří nachozená vzdálenost, která byla zanesena do tabulky 3.5. Z tabulky vyplývá, že průměrná nachozená vzdálenost vybraného návrhu č.4 se zkrátila z původních 2050 metrů na 650 metrů za jednu směnu.

Tab. 3.5 Porovnání návrhů nachozených vzdáleností při montáži

Činnost	Původní stav	Návrh č. 1	Návrh č. 2	Návrh č. 3	Návrh č. 4
Průměrná chůze pracovníka (m) (jedna směna)	2050	800	850	700	650

Mezi další z velmi důležitých přínosů patří zkrácení času montáže. Díky reorganizaci pracoviště pomocí návrhu č.4 se zkrátil čas z původních 392 minut (6,54 hod.) na 342 minut (5,7 hod.), což činí zkrácení výroby o 50 min při průměrné výrobě 50 kusů za jednu směnu viz tabulka 3.6.

Tab. 3.6 Porovnání časů montáže

Činnost	Původní stav	Nynější stav
Průměrný čas (min.) při výrobě 50ks (jedna směna)	392min. (= 6,54 hod.)	342min. (= 5,7 hod.)

V neposlední řadě byl brán zřetel na úsporu místa na pracovišti. Díky odstranění druhého stolu a uvolnění skladů, které již nejsou třeba a dají se využít pro uskladnění jiných komponentů, se využívaná plocha pracoviště snížila z původních 21,5 m<sup>2</sup> na pouhých 9,5 m<sup>2</sup>, což je 12 m<sup>2</sup> rozdíl viz tabulka 3.7.

Tab. 3.7 Využitá plocha pracoviště montáže vybavením a komponenty

Plocha	Původní stav	Nynější stav
Využitá plocha pracoviště (m <sup>2</sup> ) (pracoviště má 45,5 m <sup>2</sup> )	21,5 m <sup>2</sup>	9,5 m <sup>2</sup>

## 4. ZÁVĚR

Na počátku byly firmou GEA LVZ, a.s. poskytnuty náměty na vyhotovení bakalářských prací. Poté objasněna problematika jednotlivých prací a požadovaný výsledek zadané práce. Ačkoli výroba a montáž ventilátorových komor pro vytápěcí jednotky SAHARA Maxx se zdá jednoduchá, pravý opak je pravdou. Její výroba prochází celou výrobní halou a přináší tak mnoho zajímavých procesů a operací s tím spojené. Z tohoto důvodu padla má volba na toto zadání, což je pokusit se o celkové zefektivnění výroby. Především však montáže ventilátorových komor pro vytápěcí jednotky SAHARA Maxx, které jsou ve velkém množství firmou vyráběné a proto jejich výroba je pro firmu důležitá.

Aby však bylo možné nastínit a uvědomit si v čem tkví největší problémy a úskalí zavedeného procesu, musela se celá fáze výroby analyzovat a zmapovat. K tomuto kroku byla zvolena VSM analýza, která odhalila dlouhé prostoje mezi ohýbáním, uskladněním a montáží samotnou. Dalším odhaleným problémem byly velké mezioperační zásoby bočnic a plášťů. Pro tyto problémy byly navrženy řešení v podobě změny výroby z ohýbačky prováděné fyzicky pracovníkem, na přesné ohýbání na ohýbacím centru SAGVANINI. S nově navrženou změnou se zavážením dílů pomocí stavebnicových vozíků, se výroba značně zkrátila a zjednodušila. Tyto inovace zásadním způsobem snižují čas výroby z dvanácti dní na necelých 9 dní viz příloha č.2 a 3.

Mapování stavu dále probíhalo na samotném pracovišti montáže, kde došlo k podrobnému zkoumání situace a činností pracovníka. Pomocí snímku pracovního dne byl vytvořen přesný obraz stavu na pracovišti montáže viz tab.3.2.1. Ze získaných dat byly sestaveny tabulky (3.2.2., 3.2.3) a grafy (3.1.1, 3.1.2), které odhalily uspokojivé výsledky, avšak i mnoho možností k zlepšení stávajícího stavu. Došlo tak k odstranění mnoha neúčinných činností nepřidávající výrobku hodnotu.

V prvním kroku inovace pracoviště došlo ke snaze snížit pracovní komponenty na pracovišti v podobě odstranění druhého pracovního stolu. Jelikož z pozorování na pracovišti vyplynulo jeho malé nebo takřka nulové využívání. Ke správnému vyhodnocení byly poskytnuty informace ze systému firmy za dva měsíce výroby viz příloha č. 1. Data a časy zpracovány do tabulky 3.4. Výsledkem je odhalení nadbytečnosti druhého pracovního stolu a možnost jeho odstranění. Pro přehlednost byla přidána křivka životnosti obr. 3.8 , která ukazuje klesající zájem ze strany odběratelů v posledních letech. Tím se snižuje výroba tohoto produktu a je možné i snížení vybavení pracoviště. V našem případě druhého pracovního stolu.

Firmou byl zpracován koncept inovace dopravy uvnitř výrobní haly pomocí stavebnicových vozíků. Toto řešení je z hlediska inovace dosti důležité a možnost tohoto řešení se dále rozvíjet a upravovat dosti velká. Proto vzhledem k vypracovaným VSM mapám (příloha č. 3,4) padl návrh na přemístění ohýbání dílů z běžných ohýbacích strojů na méně vytížené ohýbací centrum za využití stavebnicových vozíků. Tímto odpadá do té doby nutná kontrola, zrychlení, zpřesnění a zkrácení celkového času mezi kontrolou a předmontáží o 5 dní. Díky inovaci dopravy materiálu na pracoviště stavebnicovými vozíky, odpadlo největší plýtvání v podobě neustálého chození do skladu pro materiál. Tento krok uvolnil sklady a zásadně “provzdušnil“ pracoviště.

Dále byla zavedena inovace v podobě předmontáže, čímž bylo odstraněno plýtvání v podobě prostojů a čekání na montážní lince při nové směně.

Kvůli eliminaci možných nečekaných problémů, byla zavedena bezpečnostní zásoba. Tento krok pomohl vyřešit problém chybějících dílů v případě reklamace, špatného počtu vyrobených dílů a tím i možnost odstranění již zmíněného druhého montážního stolu.

Takto zeštíhlené pracoviště bylo dále nutno správně uspořádat. Aby nedocházelo ke zbytečnému chození pracovníka, byl vytvořen spaghetti diagram a podrobně zakresleny pohyby pracovníka.

Byly navrženy čtyři řešení rozmístění komponentů a vybavení na pracovišti a odsimulovány pracovníkem montáže. Došlo k zhodnocení návrhů a byla vybrána varianta číslo čtyři, která nejlépe odpovídala ideálu pro toto pracoviště. Tento návrh podstatně snížil nachozenou vzdálenost, z původních 2050 metrů na pouhých 650 metrů za směnu. Nespornou výhodou čtvrtého návrhu je spojení většiny výhod ostatních návrhů a při simulaci návrhu se nevyskytly žádné zásadní nevýhody. Posledním krokem bylo vytvoření tabulek 3.5, 3.6 a 3.7, v nichž byly shrnuty skutečné přínosy přestavení pracoviště.



Použitá literatura:

- [1] GLOGAR, Alois. *Jak děláme marketing*. Institut průmyslového inženýrství, Zlín, Liberec, 1999. 282 s. ISBN 80-902235-4-0.
- [2] MAŠÍN, Ivan.-VYTLAČIL, Milan. *NOVÉ CESTY K VYŠŠÍ PRODUKTIVITĚ : Metody průmyslového inženýrství*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- [3] MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Institut průmyslového inženýrství, Liberec, 2003. 80 s. ISBN 80-902235-9-1.
- [4] MAŠÍN, Ivan.-VYTLAČIL, Milan. *TPM :Management a praktické zavádění*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 2000. 246 s. ISBN 80-902235-5-9.
- [5] VYTLAČIL, Milan - MAŠÍN, Ivan. *DYNAMICKE ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ: Programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1999. 193 s. ISBN 80-902235-3-2.
- [6] API [online]. 2009 [cit. 2011-8-9]. Štíhlá výroba. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/67819.stihla-vyroba/>>.
- [7] API [online]. 2009 [cit. 2011-08-16]. Plýtvání. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/67789.plytvani-eliminace-lean/>>.
- [8] API [online]. 2009 [cit. 2011-09-02]. DMAIC. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/68718.rizeni-projektu-dmaic/>>.
- [9] API [online]. 2009 [cit. 2011-09-15]. Časové studie. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>>.
- [10] API [online]. 2009 [cit. 2011-10-10]. VSM. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/article/68781.vsm-8211-prvy-krok-ku-stihlym-procesom/>>.
- [11] Creform [online]. 2006 [cit. 2011-10-16]. Creform. Dostupné z WWW: <<http://www.creform.com/>>.
- [12] IPA Slovakia [online]. 2010 [cit. 2011-09-02]. DMAIC. Dostupné z WWW: <[http://www.ipaslovakia.sk/slovník\\_view.aspx?id\\_s=48](http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=48)>.
- [13] Wikipedia [online]. 2011 [cit. 2011-08-11]. Štíhlá výroba. Dostupné z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0t%C3%ADhl%C3%A1\\_v%C3%BDroba](http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0t%C3%ADhl%C3%A1_v%C3%BDroba)>.

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Přehled výroby za 2 měsíce

Příloha č.2: VSM původního stavu

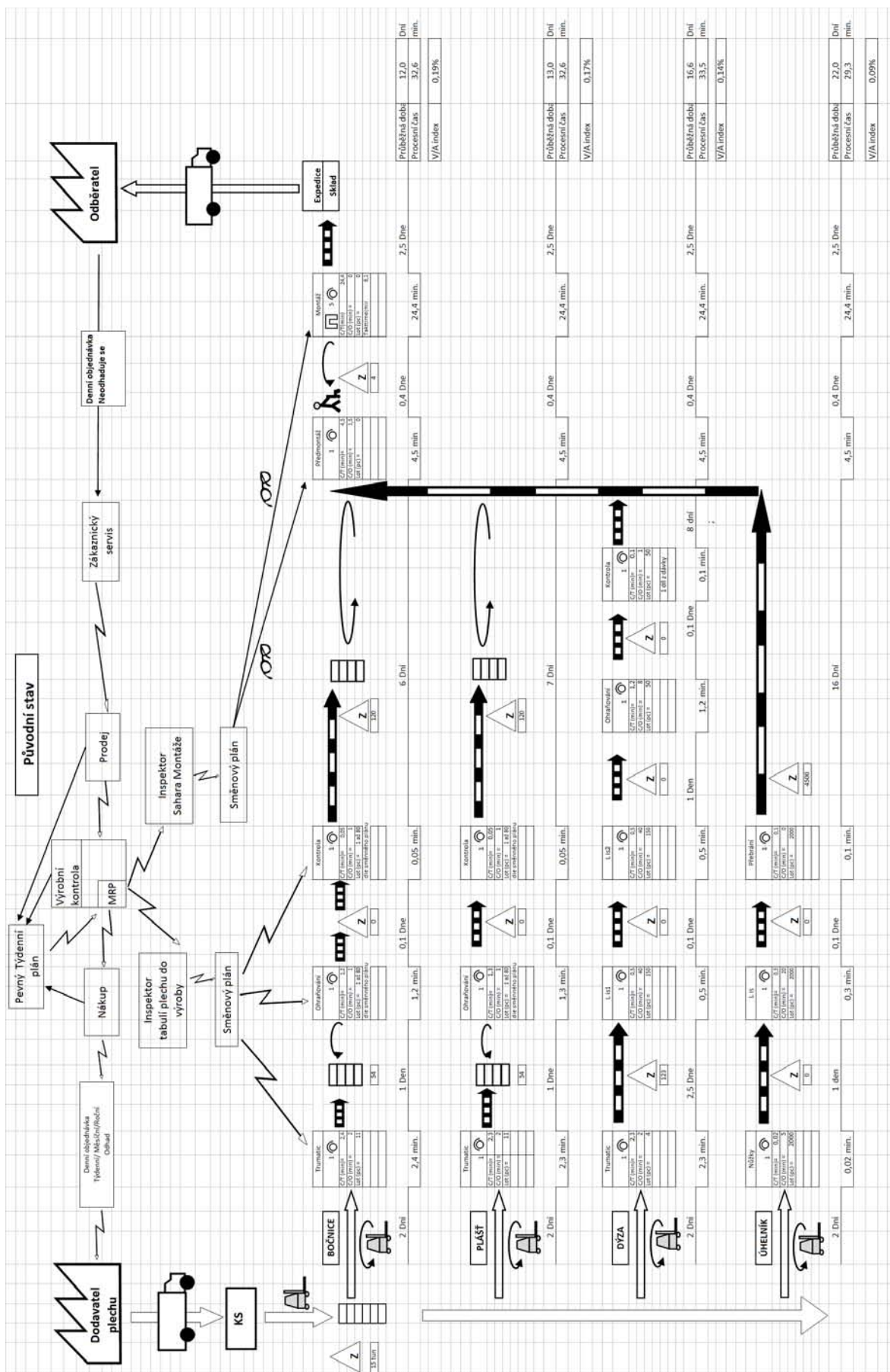
Příloha č.3: VSM budoucího stavu

Příloha č.4: VSM značky

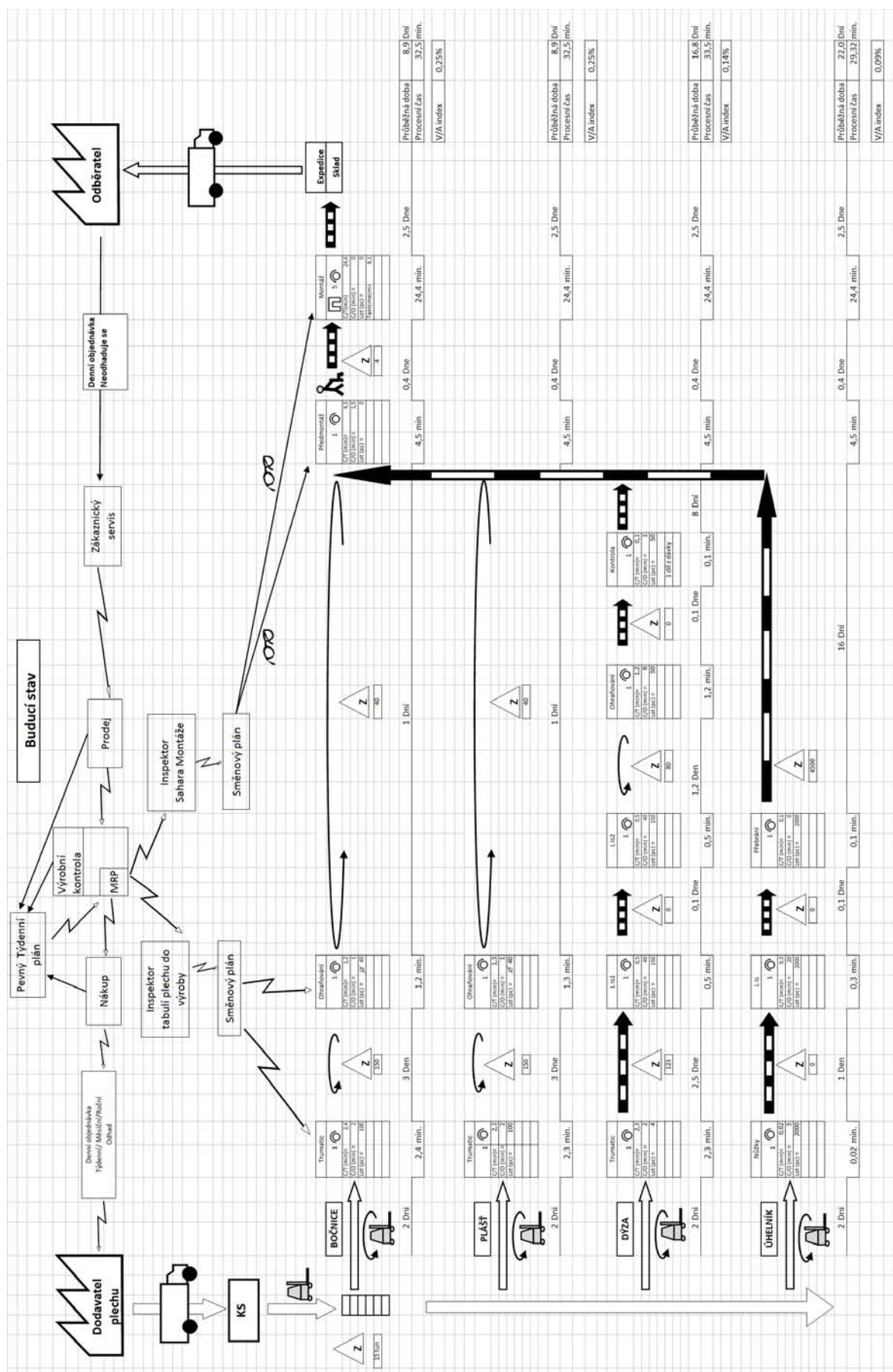
Příloha č. 1: Přehled výroby za 2 měsíce

Součet z mnoz_odv	Vel. Typ										Celkový součet
	1		2		3		4		5		
Termín	M	U	M	U	M	U	M	U	M	U	
1135-4		2		45		4					51
1135-5	3	6	7			28	1	6			51
1136-1		4	2	9		21	9	1			46
1136-2	5	19		10		13		7		1	55
1136-3		4		36		15					55
1136-4		29	1	12		4	9	2			57
1136-5		3		25		4	7	9			48
1137-1	4	16	1	14	2	14	1	3			55
1137-2		10		1	1			4	3	13	32
1137-3		27	1	8		16	1	1		9	63
1137-4		3		3		15					21
1137-5		16		6		10		33			65
1138-1		37		5		13		12			67
1138-2		12		16		10	8	17			63
1138-3	3	11	2	24		20	1	2			63
1138-4		17		29		2		10			58
1138-5	2	20	4	32		5	1	18			82
1139-1	2	33		15	2	6	12	3		4	77
1139-2		39	1	8		4		28			80
1139-3		2	1	28		30					61
1139-4		12		6	1	29		15			63
1139-5		4	1	37	3	11	1		2		59
1140-1		21		10	4	9	1	16		1	62
1140-2		12		11		5	2	21		16	67
1140-3	2	11		35		22					70
1140-4		42		5		18		6			71
1140-5	1	34	1	7		28		4		5	80
1141-1		12		40		3	2	7			64
1141-2	2	35	4	15		17		2			75
1141-3		10	3	48		7		6			74
1141-4		2	1	32	1	20		20			76
1141-5		26	2	19		12		7			66
1142-1		13	5	19		3		6			46
1142-2		34		14	1	15					64
1142-3		18		7		18	2	12	4		61
1142-4		35		12	2	11	2	16			78
1142-5	1	16	5	23	4	16		5	2		72
1143-1		18		12	4	9		21	1	4	69
1143-2		26		37		14		2			79
1143-3	1	36		2		2		29			70
1143-4		44		10		7		5		3	69
Celkový součet	26	771	42	727	25	510	60	356	12	56	2585

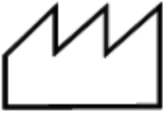
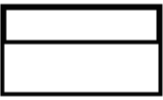
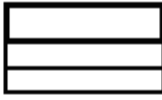


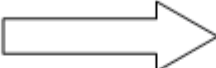







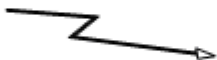



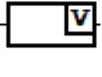
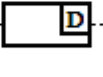
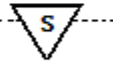





Příloha č.2: VSM původního stavu



## Příloha č.3: VSM budoucího stavu



Příloha č.4: VSM značky

IKONY PRO MATERIÁLOVÝ TOK			
			
Externí zdroje	Proces	Data o procesu	Zásoby
			
Transport	Tok hotových výrobků	Pohyb tlakem	Pohyb tahem
			
Vozíkový transport	Paletový transport	Bezpečný sklad	Supermarket
IKONY PRO INFORMAČNÍ TOK			
			
Manuální informace	Elektrická informace	Typ informace	Inventurní plánování
			
Kanbanová schránka	Výrobní kanban	Dopravní kanban	Signální kanban
VŠEOBECNÉ IKONY A SYMBOLY			
			
Operátor	Příležitost ke zlepšení	VA-linka	Výrobní buňka
			
Počítačová podpora			